Manejo Integrado de Plagas de Cultivos

Estado Actual y Perspectivas para la República Dominicana

Colmar - Andreas SERRA A.

Entomólogo Agrícola,

Asesor de Manejo Biológico e Integrado de Plagas,

ECOTOPIA S.A., Las Terrenas, Samaná

Editado por: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal , Inc CEDAF

Santo Domingo, República Dominicana

Noviembre 2003

© Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF), Santo Domingo, República Dominicana. Noviembre 2003.

Derechos exclusivos de edición en castellano reservados para todo el mundo: CEDAF. Calle José Amado Soler N°. 50, Ensanche Paraíso. Apartado Postal 567-2. Santo Domingo, República Dominicana.

Teléfono (809) 544-0616 / Fax: (809) 544-4727

Sitio Web: http://www.cedaf.org.do

Correo Electrónico: cedaf@cedaf.org.do

El material consignado en estas páginas se puede reproducir por cualquier medio, siempre y cuando no se altere su contenido. El CEDAF agradece a los usuarios incluir el crédito institucional y del autor, correspondiente en los documentos y eventos en los que se utilice.

Las ideas y planteamientos contenidos en los artículos firmados, o en los artículos institucionales con específica mención de autores, son propias de ellos y no representan necesariamente el criterio del CEDAF.

Hecho el depósito que prevé la ley 418.

Impreso en la República Dominicana.

Cita correcta:

Serra, C.A., 2003. Manejo Integrado de Plagas de Cultivos - Estado Actual y Perspectivas para la República Dominicana. Santo Domingo(República Dominicana). CEDAF, 2003. pp.150

AGRIS:H10	DEWEY:632
1. Control de Plagas. 2. Métodos de Control. 3. Gestión de Lucha Integrada; Control Químico; Control Biológico. Gobierno; República Dominicana	

ISBN:

Santo Domingo, República Dominicana

Revisión: Teófilo Suriel e Inés A. Brioso.

Diagramación: Gonzalo Morales

Noviembre 2003

DEDICATORIA

A mi familia, amigos, colegas y agricultores dominicanos ecológicamente conscientes.

Contenido

Agradecimientos i

I. INTRODUCCIÓN 1

II. ANTECEDENTES AL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS 5

1. JUSTIFICACIÓN PARA EL CONTROL DE PLAGAS AGRÍCOLAS 6

A. Datos estadísticos a nivel mundial según regiones y cultivos importantes 6

B. El impacto de las plagas agrícolas en la República Dominicana 13

2. MARCO HISTÓRICO 15

A. Recuento sobre la Protección Vegetal en la República Dominicana 16

B. Fases Históricas de Protección Vegetal 18

3. PROBLEMAS RELACIONADOS CON EL CONTROL QUÍMICO 19

A. Impacto sobre la Comunidad Biológica 20

B. Problemas con los Residuos 23

C. Desarrollo de Resistencias 24

III. EL MANEJO INTEGRADO Y SUS TÁCTICAS. 27

1. DEFINICIONES, PRINCIPIOS Y CARACTERÍSTICAS DEL MIP 28

2. DESCRIPCIÓN DE LAS TÁCTICAS - VENTAJAS Y LIMITACIONES 31

A. Control Legal 31

B. Control Físico-Mecánico 34

C. Control Cultural 35

D. Control Fitogenético 37

E. Control Biológico 38

F. Control Etológico o Biotécnico 48

G. Control Autocida 52

H. Control Químico y Bioquímico 52

IV. MEDIDAS ACOMPAÑANTES PARA LA INTRODUCCIÓN DEL MIP. 59

1. TAREAS DEL GOBIERNO EN LA PROTECCIÓN VEGETAL 60

2. LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS 61

A. Sistemas de monitoreo 62

a) Objetivos: 62

b) Métodos: 63

B) Datos Complementarios 64

C) El Concepto de los Umbrales 65

V. INTEGRACIÓN 69
1. PROBLEMAS CON LA NO INTEGRACIÓN DE ELEMENTOS 70
2. NIVELES DE INTEGRACIÓN 71
A. Integración de Prerequisitos y Tácticas 71
B. Integración de Disciplinas 72
C. Integración a Mayor Nivel. 72
3. EJEMPLOS DE INTEGRACIONES 73
A. Manejo Integrado contra plagas de almacén 73
B. Manejo Integrado contra malezas 73
4. LA TOMA DE DECISIONES 74
VI. LA PROBLEMATICA DE LA PROTECCIÓN VEGETAL DOMINICANA 77
1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES 78
2. CASOS ESPECÍFICOS 80
A. TOMATE INDUSTRIAL (LLANURA DE AZUA Y CIBAO OCCIDENTAL) 80
B. CÍTRICOS (LLANURAS DE VILLA ALTAGRACIA Y DEL ESTE) 85
C. ORNAMENTALES Y HIERBAS AROMÁTICAS (JARABACOA) 87
D. VEGETALES (CONSTANZA, LLANURAS) 90
E. CAFÉ (LADERAS DE CORDILLERAS Y SIERRAS) 92
VII. PLAN PARA LA INSTITUCIONALIZACIÓN DEL MIP 95
1. OBJETIVOS 96
2. ESTRUCTURA LOGÍSTICA 96
3. RECURSOS HUMANOS. 98
4. RECURSOS FINANCIEROS. 98
VIII. ACCIONES DE POLÍTICAS SUGERIDAS 101
1. ESTRATEGIAS 102
2. LINEAMIENTOS PARA LA INVESTIGACIÓN 103
IX. RESÚMENES Y CONCLUSIONES. 107
GLOSARIO Y ABREVIACIONES 111
REFERENCIAS 115
ANEXOS 125

Índice de Cuadros y Figuras

CUADROS

Cuadro 1: Producción actual y pérdidas estimadas en ocho cultivos durante 1988-90, por plaga y región (Oercke *et al*. 1995).....7

Cuadro 2: Producción global actual de ocho principales cultivos y pérdidas estimadas, 1988-90 (Oercke *et al.* 1995).....7

Cuadro 3: Pérdidas de rendimientos debido a plagas de arroz in distintos países (Yudelman *et al*. 1998).....8

Cuadro 4: Beneficio del control mecánico, manual y químico de plagas en los principales cultivos entre 1988 y 1990 en función del rendimiento (mínimo y máximo de las regiones de cultivo y promedio mundial, según Oercke 1996).....9

Cuadro 5: Consumo de plaguicidas a nivel mundial, 1983-98 (Fredonia Group, cit. en Agrow 1995, Yudelman *et al* 1998) 10

Cuadro 6: Distribución regional del mercado de plaguicidas, 1992 (Wood McKenzie Co. 1993, cit. en USAID 1994, Y1).....11

Cuadro 7: Importación de plaguicidas a la República Dominicana (año 2001, Valor C&F x 1,000 RD$).....12

Cuadro 8: Ejemplos del impacto económico estimado de plagas en cultivos ejemplares (mod A2I y F3).....13

Cuadro 9: Los costos del control de plagas en diferentes cultivos en la República Dominicana en porcentajes de los costos de producción en el campo (mod. Rodríguez 1997).....15

Cuadro 10: Ejemplos de plagas artrópodas invasivas introducidas a la R.D. durante las últimas décadas (Serra *et al.* 2003,S12) .79

Cuadros Anexos

Cuadro A1: Toxicidades Oral Aguda y Dermal Aguda de Insecticidas/Acaricidas.....127

Cuadro A2: Toxicología de plaguicidas (Cyanamid, sin año).....128

Cuadro A3: Efectos secundarios de plaguicidas (mod. según Hoffmann *et al.*1985).....128

Cuadro A4: Sistema de monitoreo propuesto para el control de *Bemisia tabaci* (Genn.) y geminivirosis en cultivos de tomate industrial (Serra & Gómez 1993).....129

Cuadro A5: Ejemplo de formulario para monitoreo de plagas de tomate industrial (no publicado, Transagrícola, S.A.) 130

Cuadro A6: Umbrales de acción propuestos inicialmente por el PNMIP para plagas de tomate (Gómez *et al*. 1992) 131

Cuadro A7: Resumen de los efectos de cambios en los parámetros del NDE (Hruska & Rosset 1987) 131

Cuadro A8: Nivel de daño económico (NDE) para *Bemisia tabaci* en tomate, Nicaragua 1983 (Modf. Rosset 1986). 132

FIGURAS

Figura 1: Desarrollo de los rendimientos de trigo y el costo por empleo de plaguicidas en Alemania (1936-80, AID, 1986) 12

Figura 2: Representación esquemática de un ecosistema sencillo consistiendo de 3 especies (la comunidad biótica) y su ambiente abiótico (Andrews *et al.* 1989, A3).....20

Figura 3: Una red alimenticia simplificada en torno al maíz (Andrews *et al.* 1989, A3).....21

Figura 4: Modelo de una dinámica poblacional equilibrada entre una plaga (a) y su enemigo natural (b) y el impacto desequilibrante de un insecticida de amplio espectro. 39

Figuras Anexos

Figura A1: Modelo sencillo de los efectos probables de una subvención de insecticidas (Rosset 1986) 133

Figura A2: Las fases históricas de fitoprotección (mod. de Smith 1971, en Smith 1971, en A1) 133

Figura A3: Secuencia de eventos en el desarrollo de resistencia a plaguicidas (Andrews *et al*. 1989) 134

Figura A4: Esquemas de muestreo en el campo: forma de X (A), forma de zig-zag (B), y parcela dividida en zonas o estaciones (Serra 1996) 134

Figura A5: Estratos de una planta de tomate donde se destaca la hoja para el monitoreo de ninfas de *B. tabaci* de 4°instar (mod. CATIE 1990,S8) 135

Figura A6: La relación entre la densidad poblacional de fitófagos y el ingreso derivado del cultivo depende de varios factores intrínsicos a la planta y extrínsicos, es decir al ambiente biótico, físico y socioeconómico (Andrews & Navas 1989) 136

Figura A7: La curva generalizada relacionando la densidad poblacional del fitófago con el ingreso que recibe el agricultor (Andrews & Navas 1989) 136

Figura A8: Tipos de daño causado por insectos plaga vectores de fitopatógenos (Larios 1989) 137

Figura A9: El rendimiento de un cultivo en función de la densidad poblacional de una plaga de follaje, que no transmite ninguna enfermedad en (a), y función de la densidad poblacional de una plaga que sí transmite una enfermedad en (b) (Larios 1989) 137

Figura A10: Los niveles críticos de 3 plagas hipotéticas en un cultivo que produce en la ausencia de plagas una cosecha que vale $100/ha. Los costos de control de cualquiera de las plagas es $10/ha (Andrews & Navas 1989) 138

Figura A11: Umbral de daño económico y el beneficio neto del control 138

Figura A12: Categorías de implementación de umbrales de daño económico (mod. Poston *et al.* 1983, cit. en Pedigo *et al*. 1986) 139

Figura A13: Relación entre nivel de equilibrio y el umbral económico de daños hipotéticos de una población de insecto vector considerando el daño directo en (a) y el daño directo más el indirecto en (b) (daño mecánico más daño por la enfermedad transmitida) (Larios 1989) 140

Figura A14: Etapas fenológicas del algodón y caña de azucar (Andrews & Navas 1989) 141

Figura A15: Fenología del tomate y sus principales plagas (Serra 1992) 142

Figura A16: Dependencia de los umbrales de daño económico de las etapasfenológicas: UDE IV >UDE I >UDE III >UDE II (mod. Hruska & Rosset1987) 143

Figura A17: Posibles enfoques para el manejo integrado de *Bemisia tabaci* (Hilje 1993) 144

Figura A18: La fitoprotección en Centroamérica hoy día es como un edificio improvisado. Carece de bases sólidas (Andrews & Quezada 1989b) 145

Figura A19: Un edificio de 'MIP' consiste de fundamentos (prerequisitos) y paredes (tácticas) en varias disciplinas (dimensiones) (Andrews & Quezada 1989b) 145

Figura A20: Toma de decisión, en caso de que una medida de control se renta (mod. AID 1986) 146

Figura A21: Factores socioeconómicos que influyen en la toma de decisiones MIP (mod. Norton 1976) en A5. 147

Figura A22: Esquema de procedimiento en la generación y prueba de tecnología para el manejo integrado de plagas. Flechas curvadas indican círculos de retransmisión (Daxl 1989) 148

Figura A23. Relación entre densidades de una plaga y la variación en los rendimientos. (mod. Pedigo *et al*. 1986) 149

Listado de Fotografías

Foto1: Plantas de ají picante (*Capsicum frutescens*), normal (der.) y otra infectada por virus transmitido por áfidos (izq.), Azua, R.D.

Foto2: Campo de batata completamente defoliado por una plaga ocasional, *Chelymorpha rufipennis*, Moca, R.D.

Foto 3: Mina de una larva de mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) en el haz de una hoja de tomate (Serra 1992).

Foto 4: Adultos de moscas blancas (*Trialeurodes vaporariorum*) agrupados en el envés de una hoja de tomate.

Foto 5: Herramientas para muestrear moscas blancas adultas, depredadores y otros insectos: (de der. a izq.) funcionamiento de bandeja pegante, trampas amarillas pegantes rectangulares, redonda, verticales, horizontal y de vaso (no adhesiva); trampa de cubeta, Santiago, R.D. (Serra 1996).

Foto 6: Comparación de métodos culturales en semilleros para proteger plántulas de tomate frente al complejo moscas blancas-geminivirosis: tuneles de malla anti-vectores, cobertura (mulch) de paja de arroz o plásticos plateados o amarillos, bandas amarillas pegantes y cercas vivas de sorgo, Santiago, R.D.

Foto 7: Campo de tomate indústrial intercalado con hileras de sorgo como refugio para depredadores (crisópidos y coccinélidos) atraídos por la presencia de altas poblaciones de áfidos, Baní, R.D.

Foto 8: Gusanos de *Spodoptera* sp., abajo normal y arriba parasitada por larva de un parasitoide externo (der.) (Serra 1992).

Foto 9: Envés de la hoja de pepino presentando estadios de moscas blancas (*Bemisia tabaci)* cubiertas por hongos entomopatógenos *(Paecilomyces fumoso - roseus*).

Foto 10: Gusano lepidóptero muerto por infección con virus poliédrico (FIQ 1980).

Foto 11: Trampa de fabricación casera a partir de un galón plástico para atrapar a maripositas del gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella*) con feromonas sexuales, Baní, R.D. (Serra 1992)

Foto 12: Ninfa de chinche (*Dysdercus* sp.) incapaz de deshacerse de su muda y desarrollarse de forma normal después de contaminarse con inhibidores de crecimiento (FIQ 1980).

Foto13: Aplicación con una bomba asperjadora motorizada consiguiendo un mayor efecto con una mejor cobertura en el envés infestado de las hojas y ahorro del insecticida (Serra 1992).

AGRADECIMIENTOS

Quisieramos dejar constancia del especial agradecimiento al Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF) especialmente en las personas de Don Luis Crouch y el Ing. Teófilo Suriel, así como a la Fundación Kellogg por ofrecer la oportunidad, así como por apoyar económica y logísticamente la realización del presente documento. En el mismo se ha pretendido incluír las experiencias y opiniones de diferentes técnicos sobre algunos aspectos del MIP por lo que quisieramos expresar nuestra especial gratitud a todos los colegas que colaboraron desinteresadamente en este libroen especial: Ing. Abraham Abud (Junta Agroempresarial Dominicana, Inc.), Dr. Julio Borbón (Zeneca Agroquímicos), Ing. Carlos Columna, MSc. (AgrEvo Dominicana, S.A.), Ing. Fernando Díaz (Fertilizantes Santo Domingo, C.x A.), Lic. Olivier Flambert (Bohío Agroindustrial, C.xA.), Ing. Gustavo Gandini (LIGA, S.A.), Sr. Timothy Kiefer (Flores de Jarabacoa, S.A.), Ing. Felipe Méndez (Consorcio Cítricos Dominicanos), Ing. Faustino Reyes (Agroindustria del Valle, C.xA.), Dr. Modesto Reyes (UASD), Ing. Ramón Rowland (Novartis del Caribe, S.A.), Dr. Julián de la Rosa (Julián Services), Lic. Francisco Taveras (Instituto Politécnico Loyola), al Dr. Alberto Pantoja (Universidad de Puerto Rico, Mayagüez) y al Ing. Gonzalo Morales (CEDAF).

El Autor

I. Introducción

Hoy más que nunca, la agricultura se desenvuelve en un ambiente de tensión, en que algunos se ocupan sólo por respuestas de tipo económico y, por el contrario, otros como los ecólogos, sugieren un desempeño sin que se afecten los recursos naturales y el medio ambiente. La Protección Vegetal es tan vieja como la agricultura. Los agricultores siempre han intentado minimizar las pérdidas causadas por plagas, aplicando métodos aparentemente efectivos dependiendo de su estado de conocimiento. Gracias al desarrollo, producción y aplicación de plaguicidas químicos, los agricultores disponen de un medio en muchos casos efectivo y mayormente también económico, para controlar plagas animales, enfermedades y malezas, por lo menos a corto plazo. Sin embargo, éstos agrotóxicos también encierran peligros y riesgos, los cuales se hacen evidentes mientras más prolongado e intensivamente son usados. Al agricultor hay que dotarlo de los conocimientos requeridos para limitar los riesgos de las técnicas modernas de producción para el medio ambiente antes de imponerles restricciones ecológicamente y económicamente sensatas. Dedicarse a la agricultura siguiendo estos principios, requiere de los conocimientos correspondientes, los cuales aún hacen falta, no solamente en países en vía de desarrollo. Una excepción constituye quizás el concepto del denominado 'Manejo Integrado de Plagas' (MIP), que como antecesor de una 'Agricultura Integrada' desde hace ya algunos años, inició una fase de reorientación a la protección vegetal, constituyéndose en la primera etapa del desarrollo de una 'Agricultura Sostenible'.

Desde que los problemas relacionados con el control químico se hicieron evidentes, científicos y expertos han intentado enfrentarlos, buscando como alternativa la máxima integración de otras tácticas de control, que cumplieran con los requisitos principales de ser toxicológicamente, ecológicamente y económicamente viables, persiguiendo aumentar la importancia de las medidas alternativas de control y relegar sucesivamente el control químico a un papel como ‘último muro de contención’, cuando las otras medidas por sí solas o en combinación, no son lo suficientemente efectivas. El sistema de agricultura moderna se distinguió por una productividad muy alta. Sin embargo, algunos costos indirectos (ej. por el uso intensivo de plaguicidas) asociados a este sistema no eran considerados. El reconocimiento de estos costos y el interés mundial por la agricultura sostenible propició el desarrollo del MIP.

Ante la conversión del mundo en una 'aldea' cada vez más globalizada, existe un enorme potencial para la actividad agrícola y agroempresarial de la República Dominicana con miras a competir en determinados sectores del mercado tanto nacional como internacional, si se llega a aprovechar de manera sostenible los recursos naturales y otros involucrados en la producción y se llega a aprovechar las ventajas comparativas que existan o surjan. Dentro del ámbito de la Sanidad Vegetal, sin embargo, se plantean enormes retos, especialmente por el aumento de 'especies invasivas', que penetran o amenazan al territorio nacional o al área del Caribe, por el intercambio cada vez mayor de productos agropecuarios y viajeros entre los países y continentes. Barreras fitosanitarias levantadas por países consumidores potenciales pueden limitar o dificultar el acceso de productos nacionales a nuevos mercados o significar la pérdida de otros tradicionales, tanto por la presencia en el país de plagas consideradas como 'cuarentenarias' y su manejo ineficiente o inadecuado incumpliendo normas establecidas, como por ejemplo concerniente la residualidad de plaguicidas.

Como en numerosos países industrializados y en vía de desarrollo, también la República Dominicana se ha visto enfrentada desde hace años a la problemática y se han realizado algunos esfuerzos con miras a reducir la dependencia del control químico, integrando otras tácticas de control como pasos imprescindibles hacia el MIP. En el país la demanda por plaguicidas se duplicó entre 1977 (7.8 mill. US$) y 1987 (15.4 mill. US$), recayendo un 37.5% en herbicidas, 21.7% en insecticidas y el 16% en fungicidas. Durante la última década, el consumo de agrotóxicos ha seguido incrementándose, lo que ha generado una serie de problemas, sobre todo por el bajo nivel de educación (1985: 22.7% analfabetismo) y conciencia entre los usuarios. Anualmente se registran alrededor de 370 intoxicaciones con plaguicidas, de las cuales 20% son fatales, aunque el número real de casos se estima mucho más alto.

El presente documento pretende de forma resumida, abarcar la problemática del control de plagas desde sus orígenes, así como describir y analizar a los prerequisitos y de forma ejemplar a las tácticas de control, la integración de tácticas, etc. El autor quiso utilizar el término 'plaga' de la forma más amplia posible, incluyendo como plagas agrícolas aparte de plagas artrópodas (insectos, ácaros, etc.) también a otros animales (ej. aves, roedores, moluscos, etc.), enfermedades de plantas (bacterias, hongos, virosis, etc.) y plantas silvestres, comúnmente denominadas como 'malezas'. Sin embargo, la gran mayoría de los ejemplos se referirán a plagas artrópodas. Análogamente, el término plaguicidas (=pesticidas, proveniente del ingles) abarcará de forma general a todos los productos empleados, con la finalidad de controlar a alguno de los grupos de plagas (ej. insecticidas, acaricidas, rodenticidas, fungicidas, bactericidas, etc.). Sin pretender discriminar a ninguna táctica de control de plagas, el autor en la parte descriptiva dió mayor hincapié a métodos alternativos al control químico, sobre el cual existe la más vasta literatura. Se ha expuesto de una forma más amplia el control biológico, tema sobre el cual en el país aún faltan algunos conocimientos teóricos y prácticos.

Para evitar que la obra sea muy teórica, se ha intentado incluír numerosos ejemplos de especies con sus respectivos nombres científicos. Sin embargo, para permitir una mayor fluidez en la lectura, las clasificaciones taxonómicas respectivas fueron listadas de forma separada. El misma listado permite ubicar los ejemplos mencionados en sus respectivas páginas. Además, se ha referido cada vez que fuera posible a experiencias dominicanas, algunas procedentes del sector tomatero, por tratarse de uno de los cultivos donde mayores avances se han obtenido hacia un MIP y además, por el autor haber participado en diversas investigaciones realizadas desde el 1987.

Se intentan dar algunas recomendaciones para la institucionalización del MIP en el país y acciones de políticas requeridas, que puedan entre otras, servir como base de discusión para el Foro 'Manejo Integrado de Plagas' del Proyecto AGORA, auspiciado por la Fundación Kellogg a través del Centro de Desarrollo Agropecuario y Forestal, INC (CEDAF), con miras a fomentar y eficientizar el MIP en la República Dominicana. Durante el período de la elaboración del documento y su impresión, se tomaron a partir de finales del 2000 importantes pasos en esta dirección, con la puesta en marcha del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Esperamos ofrecer un apoyo significativo no solamente para el sector entero, sino especialmente también para el avance hacia un MIP en numerosos cultivos en la República Dominicana, y esto a pesar de que lamentablemente a esta temática

no se ha adjudicado el carácter prioritario el cual para el sector agropecuario y forestal hubiese merecido. Esperamos con la presente obra poder aportar elementos complementarios que pudiesen facilitar el entendimiento de la necesidad y el marco teórico para la amplia aplicación de sistemas del MIP dentro del marco de un 'Desarrollo Rural Sostenible'. En este contexto cabe mencionar que en la actualidad, el país es considerado como uno de los mayores, si no el mayor productor de banano y cacao orgánico y se persigue penetrar en otros nichos de mercado sin explotar.

Este documento está dirigido tanto a profesionales del sector como obra de consulta como también a amplios círculos de la sociedad nacional e internacional para que sirva en la concientización sobre el MIP. Una amplia bibliografía anexada puede facilitar la profundidad de la temática.

II. Antecedentes al Manejo Integrado de Plagas

1. JUSTIFICACIÓN PARA EL CONTROL DE PLAGAS AGRÍCOLAS

Botrell (1979), estimó que las plagas causan un total de daños entre el 40 y el 48 % en la producción mundial de alimentos, de los cuales, un promedio de 33 a 35 % de la producción potencial se pierde en el campo y de 10 a 20 % corresponden a pérdidas de postcosecha. Estos datos coinciden con datos anteriormente publicados por Cramer (1967) evaluando 60 cultivos y por la FAO (1975), que estimó las pérdidas precosecha en países en vía de desarrollo en un 40% y de postcosecha en 10 a 20% (cit. en Y1). Además de los insectos que constituyen el grupo principal, también ácaros, nemátodos, moluscos, fitopatógenos (hongos, bacterias, virus, micoplasma, etc.), malezas, aves, roedores y otros organismos contribuyen a estas pérdidas (A2). Según el cultivo, las plagas pueden impactar reduciendo la calidad y los rendimientos, sin a veces justificarse económicamente su control. Sin embargo, en algunos cultivos como el algodón, tomate, repollo y algunos frutales, los insectos u otros, artrópodos habitualmente arruinan el cultivo si no son controlados. Las consecuencias de los ataques de plagas, aparte de causar pérdidas a todos tamaños de unidades productivas y de todas tecnologías empleadas, pueden ser la reducción del consumo de alimentos a sectores de bajos ingresos, por crear escasez crónica o aguda de ciertos productos, haciendo incrementar los precios, además, pueden presentarse problemas de tipo socio-económicos, cuando el sector oficial se ve en la necesidad de recurrir a importaciones masivas del mercado mundial para prevenir el desabastecimiento de algún producto agrícola o para poderlo ofrecer a precios más bajos que en el mercado nacional. Esto puede golpear económicamente a los sectores productivos de los rubros afectados y generalmente genera protestas en las zonas que dependen de los mismos. Casos de esta naturaleza han ocurrido en el país repetidas veces en el caso del arroz, el ajo y otros rubros. Debido al proceso de la globalización, la protección de la producción nacional de ciertos rubros va a desaparecer, debiendo el productor de numerosos cultivos, enfrentarse a un mercado internacional dentro del cual participan productores de otras naciones con ventajas comparativas y que por lo tanto, están en condiciones de producir a menor costo por unidad. En este contexto, la disponibilidad y aplicación adecuada de medidas de protección vegetal, decide sobre la rentabilidad de algunos rubros asediados por plagas claves.

A. Datos estadísticos a nivel mundial según regiones y cultivos importantes

Según un análisis efectuado por Oercke y colaboradores (1995), las pérdidas globales en ausencia de plaguicidas químicos aumentarían de un nivel de 42% a cerca de 70%. Los **Cuadros 1 y 2** resumen la relación entre la producción y pérdidas estimadas en ocho cultivos importantes, en función del tipo de plagas a nivel mundial y en los diferentes continentes o subcontinentes. Es notoria la marcada diferencia regional comparando la producción actual y el total de pérdidas debido a plagas. Mientras que en Africa y Asia, el conjunto de plagas merman la producción en casi un 50%, en los subcontinentes industrializados (Europa y Norteamérica) la reducción oscila cerca de un 30%. América Latina y la antigua Unión Soviética mantienen una posición intermedia. Con respecto a los diferentes cultivos, a nivel mundial las pérdidas varían entre un 30 y 50%, siendo el cultivo del arroz el más afectado (O6, O7).

Cuadro 1: Producción actual y pérdidas estimadas en ocho cultivos durante 1988-90, por plaga y región (modificado según Oerke *et al.* 1995)

región	producción actual	Pérdidas debido a				producción potencial*
		patógenos	insectos	malezas	total (%)°	
	(en mil millones de US$)					
Africa	13.3	4.1	4.4	4.3	12.8 (49.0)	26.1
Norteamérica	50.5	7.1	7.5	8.4	22.9 (31.0)	73.4
Latinoamérica	30.7	7.1	7.6	7	21.7 (41.0)	52.4
Asia	162.9	43.8	57.6	43.8	145.2 (47.0)	308.1
Europa	42.6	5.8	6.1	4.9	16.8 (28.3)	59.4
Antigua Unión Soviética	31.9	8.2	7	7	22.1 (40.0)	54.0
Oceanía	3.3	0.8	0.6	0.5	1.9 (36.5)	5.2

°entre paréntesis el porcentaje de la producción potencial

** La producción potencial resulta de la suma de la producción actual más las pérdidas totales*

Cuadro 2: Producción global actual de ocho principales cultivos y pérdidas estimadas, 1988-90 (Oerke *et al.* 1995)

cultivo	producción actual	pérdidas debido a				producción potencial
		patógenos	insectos	malezas	total (%)°	
	(en mil millones de US$)					
arroz	106.5	33	45.4	34.2	112.5 (51.3)	218.9
trigo	64.6	14	10.5	14	38.5 (37.3)	103.1
avena	13.7	1.9	1.7	2	5.7 (29.4)	19.4
maíz	44	7.8	10.4	9.3	27.4 (38.4)	71.4
papa	35.1	9.8	9.6	5.3	24.8 (41.4)	59.9
soya	24.2	3.2	3.7	4.7	11.6 (32.4)	35.8
algodón	25.7	4.3	6.3	4.9	15.5 (37.6)	41.2
café	11.4	2.8	2.8	2	7.6 (40.0)	19.0

°entre paréntesis el porcentaje de la producción potencial

Cuadro 3: Pérdidas de rendimiento debido a plagas del arroz en diferentes países (modificado según Rola & Pingali 1993 y Teng *et al.* 1990, citado en Y1)

Plaga y país	Pérdidas de rendimiento	Referencia
Taladradores		
Bangladesh		
sin brote; con brote	3-20%; 30-70%	Alam 1967; Alam *et al*. 1972
India	3-95%	Ghose *et al*. 1960
Indonesia	95%	Soenardi 1967
Malasia (Distr. Norte Krian)	33%	Wyatt 1957
Filipinas	6.60%	Barr *et al*. 1981
Saltahojas y chicharritas		
Bangladesh (saltahojas)	50-80%	Alam 1967
Malasia (chicharrita marrón)	M$10 millones	Lim *et al.* 1980
India	1.1-32.5%	Jayaraj *et al*. 1974
Chinches y mosquitas de agalla		
India	10%; 12-35%	Pruthi 1953; Reddy 1967
Vietnam	50-100%	Reddy 1967
Tizón		
India	1% (1960-61)	Padmanabhan 1965
Japón	3% (1953-60)	
Corea	epidemias (medianos ‘70s)	
China	8.4% (1980), 14% (‘81)	Teng 1986
Filipinas	50-60% (‘63)	Nuque 1963, Nuque *et al*. 1983
Filipinas	70-85% algunas var. (‘69-71)	Nuque 1970
Tungro Virus		
Malasia	1% (1981-84);M$21.6 mill. (1981)	Heong & Ho 1987;Chang *et al*. ‘85
Indonesia	21,000 ha. (1969-71)	Reddy 1973
Bangladesh	40-60%	„ ,Wathanakul & Weerapat ’69
Tailandia	50%	„ , „ „
Filipinas	30% anual (1.4 millones t) (1940s)	Serrano 1957
Filipinas	456,000 t (1971)	Ling *et al*. 1983
Pudrición bacteriana		
Japón	300-400,000 ha./año (recientem.)	
	20-30% en áreas severam. Afectadas	
India	6-60%	Srivastava 1967
China	6% (1980), 4.9 (1981)	Teng 1986
Pudrición de la espiga		
Japón	24-38,000 t/año	Nat. Inst. of Agric. Sciences ’54
Japón	20%; 25%	Mizuta 1956; Hori 1969
Filipinas	7.5-22.7% con alto nivel de N y var. suscept.; 2.5-13.2% en var. moderadam. tolerantes	Ou & Bandong 1976
	10% hijuelos en un distrito	
Sri Lanka	12% (1980), 9.1% (1981)	Abeygunawardane 1966
China		Teng 1986

El **Cuadro 3** lilustra de forma ejemplar la gran variabilidad de las pérdidas ocasionadas por el conjunto de plagas en el cultivo de arroz en función del país, año, tipo de plagas y la intensidad de su ataque (cit. en Y1).

Dada la importancia de este cereal, el aumento de la población humana a nivel mundial y el déficit de alimentos básicos existente en numerosas regiones del mundo, es imprescindible reducir a mediano y largo plazo las pérdidas ocasionadas por plagas en este y otros alimentos básicos, implementando programas de control eficientes. En el promedio mundial, las medidas de control de plagas alcanzan una máxima eficiencia en cultivos que presentan altas pérdidas potenciales, por ejemplo, el algodón y cultivos de exportación como soya, café y papas. Por lo tanto, la aplicación de medidas de control de plagas es más acertada mientras mayores son los beneficios marginales, es decir donde la rentabilidad de las medidas es alta, o donde, producir un cultivo es imposible sin control de plagas (**Cuadro 4**). Por ejemplo, en el algodón, a nivel mundial se evitan pérdidas de alrededor de 46% del rendimiento potencial por la aplicación de medidas de control de plagas. En cultivos alimenticios, el beneficio es de 34 a 38% (O6).

Cuadro 4: Beneficio marginal del control mecánico, manual y químico de plagas en los principales cultivos entre 1988 y 1990 en función del rendimiento (mínimo y máximo de las regiones de cultivo y promedio mundial, modif. según Oercke 1996)

cultivos	pérdidas potenciales (%)	Beneficio marginal en rendimiento (%) margen mínimo	máximo	promedio mundial
algodón	83.5	22	67	46
arroz	83.4	18	73	38
papa	73.6	11	64	44
café	69.5	20	53	42
maíz	59.6	11	69	36
soja	58.6	24	60	45
trigo	51.9	11	68	34
cebada	47.1	10	70	38

Para alcanzar mayores niveles de productividad, las pérdidas causadas por el ataque de plagas pueden ser reducidas notablemente hasta un 50% según el rubro, mejorando las tecnologías de control de plagas implementadas, lo que incumbe a los fitoproteccionistas y a líderes del sector público y privado. Durante las últimas 4 décadas y especialmente durante la 'revolución verde', se intentó hacer frente a la creciente demanda de alimentos por medio de la intensificación de la agricultura haciendo uso de variedades o híbridos altamente productivos, pero a menudo susceptibles al ataque de plagas. Por lo tanto, la eficiencia de la

agricultura y especialmente del manejo de plagas, estuvo por lo menos parcialmente vinculada a la eficiencia de los plaguicidas. El uso de plaguicidas ha sido rentable para numerosos agricultores y economías. Por ejemplo, cada dolar invertido en plaguicidas produjo un retorno de 4 dólares; de manera que 6.5 mil millones de dólares invertidos en plaguicidas evitaron pérdidas de cosecha de alrededor de 26 mil millones de dólares (Pimentel, com. pers. 1997, cit. en Y1).

El consumo de plaguicidas se ha incrementado rápidamente durante los últimos 50 años. Partiendo de niveles muy bajos para la década de 1950, hasta alcanzar más del 10% anual, en los primeros años de la década de los 1980. El **Cuadro 5** contiene datos sobre el consumo de plaguicidas durante los últimos 15 años en los distintos subcontinentes. La tasa de crecimiento anual solamente ha bajado en las Américas durante los últimos 5 años, comparado con el período anterior. Se espera que en el futuro, el mercado de plaguicidas crecerá sustancialmente a nivel mundial y con mayores tasas en los países en vía de desarrollo, así como en Europa oriental y la antigua Unión Soviética (Y1).

Cuadro 5: Consumo de plaguicidas a nivel mundial, 1983-98 (Fredonia Group, cit. en Agrow 1995, Y1)

Región	Consumo de plaguicidas (millones de US$)			tasa de crecimiento anual	
	1983	1993	1998	1983-93	1993-98
Norteamérica	3,991	7,377	8,980	6.3	4
Latinoamérica	1,258	2,307	3,000	6.3	5.4
Europa occidental	5,847	7,173	9,000	2.1	4.6
Europa oriental	2,898	2,571	3,190	-1.2	4.4
Africa/Medio Oriente	942	1,258	1,610	2.9	5.1
Asia/Oceanía	5,571	6,814	8,370	3	4.4
Total	20,507	27,500	34,150	3	4.4

El aumento en el uso de plaguicidas ha sido poco uniforme y en la actualidad solamente se aplica en alrededor de un tercio de las áreas cultivadas a nivel mundial. Como se indica en el **Cuadro 6**, más del 50% de los plaguicidas a nivel mundial se consumen en Norteamérica y Europa Occidental, regiones que tienen un 25% de las áreas cultivadas globales. Por el otro lado, solamente alrededor de un 20% del consumo global de plaguicidas ocurre en el 55% de las áreas cultivadas en países en vía de desarrollo. Además, el cambio en el volumen de consumo no necesariamente refleja la cantidad de plaguicidas que actualmente son aplicados a plagas. Apenas un pequeño porcentaje de los plaguicidas aplicados alcanzan su meta, depen-

diendo de la técnica de aplicación (Y1). Según Pimentel y Levitan (1986, cit. en Y1), menos de un uno porciento de los plaguicidas aplicados realmente alcanzan a su meta.

Cuadro 6: Distribución regional del mercado de plaguicidas, 1992 (Wood McKenzie Co. 1993, cit. en USAID 1994, Y1)

Región	herbicidas	insecticidas	fungicidas	otros	total
			(millones de US$)		
Europa occident.	2,921	1,180	2,030	597	6,728
Europa oriental	440	450	210	60	1,160
Norteamérica	4,825	1,600	554	368	7,347
Latinoamérica	1,140	710	460	100	2,410
Japón	1,095	1,200	1,170	80	3,545
Lejano Oriente	801	1,250	359	190	2,600
Otros	218	1,010	117	65	1,410
Total	11,440	7,400	4,900	1,460	25,200

Mientras que en Holanda y Japón con su agricultura altamente intensiva usan más plaguicidas por área de tierra arable (anualmente 21 y 20 kg/ha, respectivamente), en Africa, al sur del Sahara con su agricultura extensiva, se aplican menos de 1 kg/ha por año. En América Central, el uso de plaguicidas es relativamente alto, por ej. Costa Rica es uno de los mayores consumidores de los países en vía de desarrollo, con 7.7 kg/ha, a pesar de su reducida área con agricultura intensiva y su compromiso para preservar el medio ambiente (Y1). No se obtuvo datos estadísticos actualizados sobre el consumo promedio de plaguicidas por área cultivada en la República Dominicana. Sin embargo, el autor estima que el país debe tener un consumo anual promedio intermedio entre Costa Rica y El Salvador (3.7 kg/ha).

De mucha importancia para los productores ha sido el constante aumento de los costos de producción, debido a la intensificación de la agricultura y la devaluación de la moneda nacional frente a divisas fuertes. Dentro de ciertos límites y sin medir su impacto, el incremento en la aplicación de plaguicidas químicos, ha aumentado la rentabilidad en numerosos cultivos y ha hecho posible o sostenibles a otros.

El **Cuadro 7** permite dar seguimiento a la situación del mercado nacional de importación de plaguicidas por grupo (según organismos y mes a través del año 2001. Los valores C&F y porcentuales tabulados incluyen también a ingredientes activos de plaguicidas formulados y/o envasados en el país. Se puede apreciar, que los gastos por concepto de la importación de plaguicidas varía considerablemente entre los meses del año y según el grupo de plaguicidas. La mitad del valor importado en el 2001 (casi 31 Millones RD$) recayó en herbicidas, mientras que casi una cuarta parte se gasta por concepto de

importación de insecticidas/acaricidas o fungicidas, respectivamente. Los demás productos juegan un papel muy inferior en relación a los anteriormente citados.

Cuadro 7: Importación de plaguicidas a la República Dominicana (año 2001, Valor C&F x 1,000 RD$)

	Meses del 2001													
Plaguicidas	Ene.	Febr	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept	Oct.	Nov	Dic.	Total	%
Bactericidas	0	0	92	0	0	6	92	12	0	0	8	0	209	0.7
Fungicidas	639	508	925	410	539	424	388	494	478	334	1305	537	6982	22.5
Herbicidas	1748	1432	1382	987	697	1263	1364	741	484	1439	2392	1807	15735	50.8
Insecticidas / Acaricidas	809	454	1126	499	340	492	152	484	781	424	820	717	7100	22.9
Molusquicidas	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
Fumigantes	0	103	0	0	26	0	11	133	71	133	0	0	475	1.5
Rodenticidas	48	3	14	21	3	33	3	0	1	26	32	16	202	0.7
Otros	28	41	13	36	0	47	5	50	51	25	148	33	477	1.5
Suma	3272	2541	3473	1954	1605	2260	1923	1901	1866	2382	4697	3109	30983	100

- Según cálculos (Serra, no publ.) con datos provenientes del Depto. de Sanidad Vegetal, S.E.A.

Como bien puede apreciarse en la **Figura 1**, la alta dependencia del control químico para contrarrestar a plagas de cultivos puede llevar a una reducción de los ingresos de los productores con sus implicaciones macroeconómicas. En el período representado que abarca más de 4 décadas entre 1936 y 1980, se puede seguir los niveles promedios de rendimientos en cultivos de trigo y los costos de control por concepto del empleo de plaguicidas en el mismo lapso de tiempo. En nuestro país, el aumento de los costos señalados, aumentó de forma desproporcional con respecto a los rendimientos en numerosos cultivos, y llega un momento, en que la rentabilidad del cultivo es puesto en duda por los altos costos del control fitosanitario. Esta tendencia se ha podido notar en muchos otros cultivos y países y continúa hasta que por una u otra razón, ya no es rentable. En este caso, el productor tiene que decidir entre abandonar el cultivo o seguir adelante tomando todas las medidas posibles para reducir los costos de producción. La aplicación de los conceptos del Manejo Integrado de Plagas (MIP) pueden y deben a corto o, a mediano plazo, aportar soluciones en este sentido

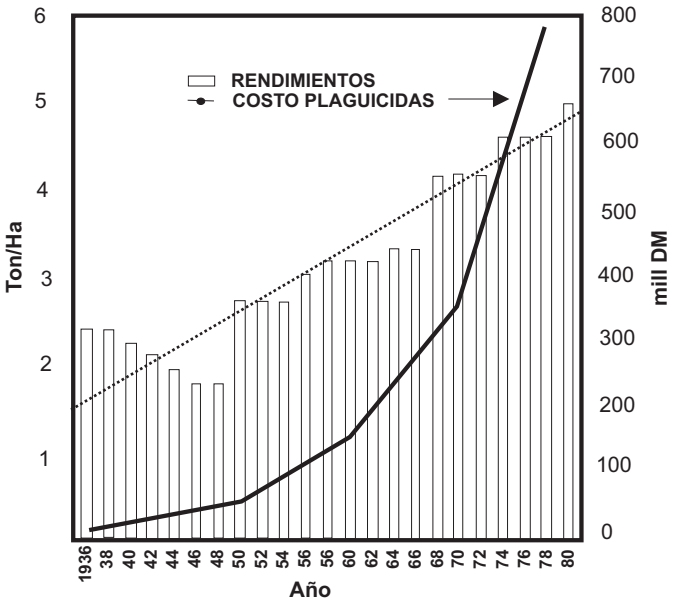


Figura 1: Desarrollo de los rendimientos de trigo y el costo por empleo de plaguicidas en Alemania (1936-80, A11)

(A11). No solamente por razones económicas es necesario buscar e integrar nuevas tácticas de control de plagas para mantener el nivel de los rendimientos o evitar pérdidas notables. Tambien debe considerarse el beneficio macroeconómicodel MIP, pues reduce la utilización de plaguicidas importados, mientras mantiene o aumenta los niveles de producción. Tomando en consideración este beneficio macroeconómico, conviene examinar el papel que las subvenciones a los plaguicidas juegan o han jugado en determinados países. Como parte de una política para estimular el desarrollo agropecuario en numerosos países en vía de desarrollo se subvenciona el costo de dichos insumos ya sea de forma directa o indirecta. Algunas formas son:

- tipo de cambio preferencial para las casas importadoras;
- crédito preferencia para las casas importadoras y/o agricultores;
- exención de impuestos de importación, venta, etc.;
- ventas directas al agricultor a través de agencias gubernamentales (ej. CVMA de la SEA), a precios por debajo del costo real;
- importaciones donadas o subsidiadas por agencias de ayuda internacional.

Como consecuencia del costo reducido de plaguicidas, el nivel de daño económico se reduce y se aumenta la frecuencia de aplicaciones (y/o dosis empleadas) de plaguicidas, las importaciones de agrotóxicos, los gastos del gobierno, así como los problemas de resistencias, salud y del medio ambiente (**ver Figura A1**) (R4). Además, es cuestionable sí esta política realmente ha llevado a incrementar los rendimientos del sector agropecuario y de muchos cultivos.

Es importante señalar que a menudo no es evidente la existencia de subvenciones en determinados países por el hecho de que no es fácil identificarlas (R4). Esto es importante, ya que como parte de los acuerdos para la globalización del comercio internacional (ej. GATT), se limitan las ayudas que cada estado suscriptor puede dar a sus agricultores para fomentar una competencia más leal.

B. El impacto de las plagas agrícolas en la República Dominicana

Para ilustrar el impacto de plagas agrícolas en la R.D., se mencionan algunos casos de forma ejemplar.

- **Impacto económico:** En el país se han realizado pocos estudios y existen reducidos datos confiables, sobre el impacto económico de plagas claves en cultivos importantes. Por lo tanto, a menudo es preciso recurrir a datos estimados por el sector agroempresarial. En el **Cuadro 8** se muestran algunos datos disponibles sobre el dramático impacto económico de plagas claves como el *Thrips palmi*, así como el complejo *Bemisia* y *Bemisia*-geminivirosis en cultivos importantes.

Cuadro 8: Ejemplos del impacto economico estimado de plagas diferentes en cultivos.

cultivos	período	plaga	región	pérdidas estimadas
vegetales chinos	1988-89	*Thrips palmi*	La Vega, Cibao occidental	US$35 millones, rechazo en E.U.A. por haber sido plaga cuarentenaria y por daños y residuos; 57% reducción de superficie cultivada
algodón	1989	*Thrips palmi*	Línea Noroeste	25% reducción de productividad
tomate industrial	1988-89	mosca blanca y otras	Azua	-48% de la producción (US$5.9 millones)
tomate ind. y melón	1990	mosca blanca	Azua	RD$100 millones
otros cultivos	‘’	‘’	‘’	RD$35 millones
tomate industrial	1988-89	‘’.	Azua / Línea NO	20-25% / 5%
	1990-91	‘’	‘’	35-40% / 10-15%
	1992-93	m.bl.-geminivirosis	‘’	75-80% / 80%
	1994-95	‘’	‘’	20% / 15%
cafeto	1998	broca	zonas marginadas	30-100%

Recopilado por el autor, modificado según Alvarez & Abud-Antún 1995 y FDA 1997

- **Impacto ambiental:** El cultivo del cafeto de alturas, tradicionalmente juega un papel determinante para la conservación de una capa vegetativa adecuada en las laderas de las cordilleras, sierras y zonas con abundantes áreas inclinadas del país. Se trata mayormente de un cultivo agroforestal con el aprovechamiento de la sombra de árboles como la guama y la amapola. De un total de 150,000 ha., el 30% se encuentra en zonas marginadas, sin contar con condiciones muy favorables para este cultivo (R10, F3). Con la aparición y rápida diseminación de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*)y la broca del cafeto (*Hypothenemus hampei*), extensas áreas de cafetales, en su mayoría antiguos y manejados extensivamente por pequeños agricultores, han perdido su rentabilidad produciendo daños superiores al 50%. Como consecuencia, son cuantiosas las áreas desforestadas, para establecer en las laderas alternativamente potreros o cultivos de ciclo corto como habichuela, maíz, repollo, remolacha, yautía, etc., acelerando el proceso de erosión de los suelos con las consecuencias conocidas. Análogamente, aunque en menor medida, se han reducido las áreas sembradas de cacaotales, debido a la baja rentabilidad y a pérdidas provocadas por plagas (trípidos, carpintero, ratas y otras).
- **Impacto socio-político:** El cultivo de café con alrededor de 60 mil productores, 94% de los cuales con menos de 6 has., reviste una gran importancia socio-económica en la R.D., que del mismo dependen más de 372 mil dominicanos activos en la producción, comercialización y procesamiento de este producto. Contribuye con un 50-75% al ingreso total de los hogares en zonas cafetaleras (F3). La severa reducción de la productividad en los cafetales de las zonas marginadas, pone en peligro la subsistencia de aproximadamente de 25,000 familias o algunas 175,000 personas afectadas directa e indirectamente. En

consecuencia, se prevé un aceleramiento en la migración de los agricultores hacia los centros urbanos, favorenciendo el incremento de los cordones de miseria (R10).

Como consecuencia de las severas pérdidas provocadas por el complejo *Bemisia*-geminivirosis y los períodos libre de cultivos hospederos (vedas) como medidas legales para su control, numerosos habitantes seriamente afectados por estas medidas ubicadas en las zonas Sur, Suroeste y Noroeste, zonas con altos índices de pobreza en las zonas productoras de habichuela, tomate industrial, ajíes, melón y otros cultivos tuvieron que ser auxiliados por medio de programas del gobierno consistente en la donación de alimentos, material vegetativo de cultivos alternativos y otras ayudas ante los reclamos populares.

El **Cuadro 9** muestra los porcentajes de los costos de las medidas de control de plagas en comparación con los costos totales de producción, en 5 cultivos a nivel nacional (1996-97) (R9). Se observa la gran variabilidad existente entre los cultivos y la importancia relativa de los costos de control de determinado grupo de plagas y de los plaguicidas. Los costos por concepto de adquisición de plaguicidas comerciales, variaron entre casi 6% (arroz) y 48% (ajíes). Los presupuestos que sirvieron de base para los cálculos solamente hacen referencia al control químico de plagas. En el caso del control de malezas, incluyen los desyerbis manuales, pero no el costo de material genético tolerante o resistente (control fitogenético). No se pudo obtener estimados de costos en el país del manejo integrado de plagas (MIP) comparados con el control convencional, basado sobre todo en métodos químicos.

Cuadro 9: Costos del control de plagas en diferentes cultivos en la República Dominicana como porcentaje de los costos de producción (modif. según Rodríguez 1997)

cultivos	% para control de				costo relativo
	animales	enfermedades	malezas	total plagas	de plaguicidas°
arroz	3.5	n.e.*	14.1	17.6	5.9
plátano	36.8	n.e.*	16.6	53.4	34.6
ajíes	36.3	11.2	7.2	54.7	48.0
cebolla roja	3.5	3.9	21.2	28.6	14.3
piña	10.2	n.e.	23.0	33.2	13.5

** no especificado*
° Costo para el control de plagas menos la mano de obra para aplicaciones, desyerbos, etc.

2. MARCO HISTÓRICO

Existe un paralelismo entre la historia de la protección vegetal y el manejo integrado entre la República Dominicana, Centroamérica y, los países al norte de Sudamérica, especialmente en lo concerniente a la entomología agrícola. Esto es comprensible debido a numerosos factores comunes existentes en esta región, entre las cuales se pueden mencionar la semejanza en las raíces históricas, los problemas socio-económicos-políticos y estructurales, el nivel de educación relativamente bajo en la gran mayoría de los productores y técnicos agrícolas, el clima, la presión de plagas comunes, etc..

Además de la historia propiamente dicha, es de suma importancia para entender porque se reclama el uso de los conceptos de MIP, el conocimiento de las fases históricas de fitoprotección por las cuales atraviesan los diversos cultivos en forma generalizada. Estas fases descritas por Smith (1971) y modificadas por Andrews (1989) son señaladas brevemente luego de resumir la historia de la protección vegetal en la República Dominicana.

A. Recuento sobre la Protección Vegetal en la República Dominicana

Estudios detallados sobre el marco histórico de la fitoprotección en la R.D. fueron presentados por De la Rosa (com. pers.), quien fue consultado al respecto junto a otros expertos ligados a la Sanidad Vegetal (Abud, Díaz, Reyes, Rowland y Taveras, com. pers.).

No existen testimonios sobre insectos y otras plagas de cultivos durante los períodos precolombinos. En 1516, el Padre Las Casas reportó un ataque de hormigas a naranjas, cañafístula y granadas. Las primeras descripciones entomológicas fueron hechas por Oviedo en 1538. Durante la época de la ocupación norteamericana en el país, diversos estudios taxonómicos y sobre entomología económica fueron realizados por Russo (publicado en 1926) y Wolcott (Entomologie d'Haiti, 1930). Desde esta época se realizaron las primeras liberaciones de enemigos naturales como la mariquita, *Rodolia cardinalis,* y otros coccinélidos, que se alimentan de cochinillas y escamas (ej. en coco). Una revista agrícola de la SEA menciona para la década de los 1930 introducciones de enemigos naturales dentro del concepto del control biológico clásico (de la Rosa, com. pers.).

Posteriormente se mencionan inventarios entomológicos hechos por Santoro (1960) y Marcano (1961). A partir de la década de los 1960, consultores extranjeros realizaron algunos estudios. En 1972/73, un informe de Agudelo alarma sobre la residualidad de plaguicidas en los cultivos del Valle de Constanza. En el mismo período, se publican diferentes trabajos de entomología agrícola incluyendo el control de plagas importantes.

Fue en la década de los 1970 que se dieron pasos más concretos hacia el MIP. Se comenzó a monitorear las plagas en cultivos de caña de azúcar del Consejo Estatal de Azúcar (CEA) e introducir aplicaciones de insecticidas biológicos a base de *Bacillus thuringiensis* (Taveras, com. pers.). En 1976 se inició un proyecto piloto para el control del gusano de flota de la yuca (*Erinnyis ello*), con la participación de la Universidad de California, el IICA y paralelamente el Proyecto Dominico-Alemán (PDA de la SEA-Departamento de Sanidad Vegetal y GTZ). Por medio de monitoreos semanales y aplicando los resultados de estudios sobre el ciclo biológico de esta plaga, se estableció un sistema de alerta para recomendar el momento más propicio para tomar medidas y el uso de un insecticida selectivo a base de la bacteria *B. thuringiensis.* En la segunda mitad de la década señalada, se fortalece el Departamento de Sanidad Vegetal por medio del PDA y se realizan trabajos taxonómicos, de investigación de manejo de plagas en las áreas de entomología, nematología, herbología y fitopatología para diversos cultivos. En 1979, en la zona Suroeste (Enriquillo, Oviedo y Pedernales) existían siembras de algodón, en las cuales se realizó un levantamiento de informaciones básicas a través del PDA y con la participación del Instituto del Algodón . Los datos servirían para establecer posteriormente siembras de algodón en la llanura de Azua; además se presentó la necesidad de implemen-

tar un programa MIP en este cultivo. Se establecieron sistemas de monitoreo, umbrales empíricos, pero no estudiados como guía para determinar el momento indicado para aplicar medidas de control, se utilizaron insecticidas microbiológicos (*B. thuringiensis*) contra gusanos (lepidópteros) y se incluyó la preservación de enemigos naturales. En 1981 se levantaron informaciones en tabaco y se trató de establecer umbrales tentativos. En ese período fue creado el Laboratorio de control biológico en el CESDA.

En 1987 se inicia el Proyecto Domínico-Alemán Fabricación de Insecticidas Naturales (IPL-GTZ) o Proyecto Nim, como representación en la R.D. y de coordinación supraregional para el área de Centroamérica y del Caribe, como parte de un proyecto mundial ejecutado por la GTZ con sede en la Universidad de Giessen, Alemania.

Este proyecto se dedicó en 1977 principalmente a investigaciones básicas en el laboratorio, para luego ejecutar programas de investigaciones aplicadas en diferentes cultivos y países tropicales. Durante alrededor de 7 años de actividades se sembraron más de 3 millones de árboles nim (*Azadirachta indica*, Meliaceae) en el Suroeste del país, se entrenaron y asesoraron a numerosos agricultores y técnicos sobre el MIP y la utilización de plaguicidas de nim. Además, se ejecutaron numerosas investigaciones incluyendo tres tesis de doctorado en los cultivos de tomate, berenjena y habichuela y diversas tesis de pre grado y pruebas en numerosos otros cultivos (maíz, pepino, molondrón, caupí, repollo, etc.), estudios económicos, etc. Del equipo técnico del proyecto surgió la Fundación Agricultura y Medio Ambiente, la cual continuó con diversas actividades del proyecto, así como la fabricación y comercialización de insecticidas y otros productos de nim (B2, S2).

A partir de 1987, surge el Programa Nacional de Manejo Integrado de Plagas (PNMIP), auspiciado por el USAID originalmente con la participación de la SEA la Junta Agroempresarial Dominicana (JAD) y el Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF, antiguamente Fundación de Desarrollo Agropecuario FDA). El programa MIP cuenta con 4 gerencias regionales (Sur, Central, Norte-Noroeste y Este), ha estado principalmente envuelto en los problemas fitosanitarios del complejo mosca blanca-geminivirosis (*Bemisia* sp.-TYLCV en tomate), 'mosca blanca del invernadero' en vegetales de valles montañosos *(T. vaporariorum*), plagas de los cítricos (*Diaprepes abbreviatus*, *Phyllocnistes citrella*, *Toxoptera citricidus*, etc.), 'polilla de la papa' (*Phthorimaea operculella*), 'piogán de la batata' (*Cylas formicarius*), el 'trípido de la berenjena' (*Thrips palmi*), 'moscas de la fruta' (*Anastrepha spp*.), y otras plagas. Sin duda alguna el PNMIP ha jugado un importante papel en el proceso de impulsar el MIP en la R.D. a través de la ejecución de numerosos cursos, días de campo, seminarios/talleres, etc. para técnicos, agricultores, líderes de la comunidad y estudiantes. Además, se ha diseminado numeroso material divulgativo (ej. boletines, afiches) y promovido medidas por periódicos, la radio y la televisión. Se han desarrollado campañas de concientización sobre el manejo de plaguicidas, tácticas de control de plagas claves en diversos cultivos, etc. y se distribuyen feromonas para diferentes plagas (ej. piogán de la batata, 'polilla de la papa', etc.). Además se manejó una cría masiva de antagonistas de la 'vaquita de los cítricos' (*D. abbreviatus*) en el Este y de depredadores de 'moscas blancas' en el valle de Constanza.

Actualmente en el país están disponibles diferentes medidas de control biológico (parasitoides de huevos: *Trichogramma* spp.)(UASD) y *Telenomus sp* (IDIAF), biotécnico (feromonas, trampas visuales, etc.),

plaguicidas botánicos comerciales y/o caseros (del árbol Nim, ají picante y otras plantas), micoinsecticidas a base de hongos entomopatógenos criados en laboratorios o en formulaciones comerciales importadas desde los E.U.A. y Colombia (*Beauveria bassiana*, *Entomophthora virulenta*, *Metarrhizium anisopliae*, *Paecilomuces fumoso*,*Verticillium lecanii* y otros. Para el componente del control químico, existen varios plaguicidas relativamente selectivos, poco residuales y tóxicos y de esta forma compatibles con el MIP (*B. thuringiensis* y Clorofluazuron contra gusanos lepidópteros, Buprofezin y Diafenthiuron contra chupadores, Cyromazine contra 'moscas minadoras', detergentes insecticidas, aceites minerales y otros). Además en el mercado existen diferentes productos, que cumplen por lo menos con alguno de los requisitos para el MIP. Lamentablemente, algunas casas fabricantes o distribuidoras de agroinsumos siguen promoviendo masivamente productos no compatibles con el MIP y algunos que han probado ser ineficientes o conllevan altos riesgos, en detrimiento de productos selectivos también presentes entre los productos de las mismas compañías. Coincidiendo con expertos consultados, el estado actual del MIP en la R.D., con pocas excepciones, permite aún un amplio progreso en casi todas las componentes del mismo. Algunos avances se están realizando en algunos cultivos, especialmente para el componente del monitoreo sistemático, control fitogenético, cultural, biológico, etc. (**ver ejemplos Cap. III. 2.E y Cap. VI**).

B. Fases Históricas de Protección Vegetal

Desde sus inicios, el cultivo de las plantas ha transformado los ecosistemas. Con la producción agrícola en grandes áreas de un número reducido de especies de plantas establecidas en sistemas de monocultivos o en rotaciones estrechas, se han creado (agro-)ecosistemas frágiles o susceptibles, que fomentan el surgimiento de determinadas plagas, incluyendo enfermedades de plantas y malezas.

En el pasado, el agricultor solamente contaba con métodos deficientes, lo que se reflejó en pérdidas de cosechas y como consecuencia en hambrunas. Aún hoy en día, existiendo una gama amplia de posibilidades para enfrentar los problemas fitosanitarios, en muchas zonas de la tierra incluyendo a la República Dominicana, organismos fitófagos ocasionan pérdidas muy severas en los cúltivos.

Con el tiempo, el ser humano ha aprendido a combinar los procedimientos de cultivar plantas con los de la defensa ante organismos nocivos para éstas. A través del mejoramiento genético de plantas, el uso de abonos minerales y una técnica de cultivo cada vez más mejorada, se logró aumentar de una forma muy importante los rendimientos. Al mismo tiempo aumentó el riesgo que corren las plantas cultivadas ante fitófagos.

Con el progresivo avance de la industrialización y del tercer sector (servicios) y las posibilidades de mejores niveles salariales, el sector agrario perdió mucha mano de obra por la intensa migración hacia centros urbanos. Bajo esta tendencia, las exigencias de calidad por parte del comercio y el consumidor, así como por aspectos económicos y organizativos, la agricultura 'moderna' incrementó cada vez más el uso de plaguicidas. Su empleo por lo general es considerado relativamente barato y los efectos a menudo rápidos y seguros.

Según modificaciones de las propuestas de Smith (1971) por Andrews (1989), la historia de la protección vegetal se puede ilustrar en 7 fases, resumiendo las características más importantes y refiriéndose al caso del algodón en Centro América (**ver Figura A2**):

- **Fase de Subsistencia:** cultivos en minifundios sin uso de insumos modernos (fertilizantes y plaguicidas químicos), bajos rendimientos, uso para consumo local, variedades criollas resistentes, prácticas culturales tradicionales, sin interferencia con el control biológico, policultivos.
- **Fase de Cambio Incremental:** algunos cambios, uso ocasional de plaguicidas o sustitución de variedades criollas por mejoradas, sin paquete de modernización completo, parte de la producción es vendida, los rendimientos pueden incrementarse y estabilizarse.
- **Fase de Explotación:** introducción en gran escala de nuevas tecnologías, insumos modernos y nuevas variedades, generalmente de mayor rendimiento pero menos resistentes a plagas y enfermedades, inversión en fertilizantes y plaguicidas, alta dependencia de agroinsumos y de sus distribuidores, orientación optimista hacia el mercado, incremento de las unidades productivas, policultivos y rotaciones se descartan considerándose anticuados e innecesarios.
- **Fase de Crisis:** excesiva dependencia de los plaguicidas y abandono de otras tácticas, se pueden producir efectos secundarios indeseables, aparición de biotipos de plagas resistentes o tolerantes a plaguicidas, aumento de dosis y frecuencia de aplicación o uso de nuevos productos, destrucción de los enemigos naturales y rápidos rebrotes (resurgencia) de plagas, surgen nuevas plagas importantes, incremento dramático de costos de fitoprotección, degradación ambiental brotes en cultivos no tratados (vecinos), residuos y rechazo de productos contaminados (incluye carne) para el mercado internacional.
- **Fase de Desastre:** problemas económicos y sociales llevan a imposibilitar el cultivo con las técnicas actuales, abandono del cultivo o prácticas alternativas.
- **Fase de Combate Supervisado Multitáctico:** intento de modificación de los sistemas de producción y protección para optimizar el ingreso neto y el bienestar social; la combinación de tácticas es más segura y rentable que cualquier práctica aislada, controles culturales, biológicos y otros usados regularmente, uso económicamente justificado de control químico como última línea de defensa y solamente después de muestreos en el campo, asesoría, técnicas de control basadas en observaciones o estudios empíricos, no existe un entendimiento ecológico profundo y satisfactorio.
- **Fase de Manejo Dirigido:** procedimientos basados en un entendimiento teórico detallado del sistema, decisiones para agricultores y técnicos ayudados por computadoras y/o sistemas de monitoreo en el campo.

3. PROBLEMAS RELACIONADOS CON EL CONTROL QUÍMICO

Con la intensificación del control químico, se notó al cabo de pocos años qué efectos negativos económicos, ecológicos y toxicológicos podían presentarse, debido al uso unilateral y excesivo de plaguicidas. Esto se comprobó inicialmente sobre todo con los insecticidas y acaricidas, más tarde también con los herbicidas y los fungicidas. Algunos efectos negativos que se mencionan comúnmente son:

- la **contaminación de aplicadores y del medio ambiente** (suelos, aguas incluyendo potables, aire y organismos vivos);

- el **problema de residuos** no tolerables en los productos cosechados, poniendo en peligro a los consumidores (incluye pérdidas económicas por el rechazo de productos exportables);
- la **acumulación de residuos** persistentes en cadenas alimenticias (leche materna y de vaca, carne, etc.);
- el **resurgimiento masivo de enfermedades y plagas** artrópodas ocasionales y claves como las moscas minadoras, moscas blancas y los trípidos (*Liriomyza* spp., *Trialeurodes vaporariorum, Bemisia tabaci* y el *Thrips palmi*, respectivamente), debido entre otras a la inhibición de la bioregulación de las plagas por sus antagonistas (**ver Fotos 2, 3 y 4**);
- la **adquisición de resistencias** contra una gama creciente de plaguicidas por parte de organismos fitófagos.
- Como consecuencia un **aumento de gastos** para controlar las plagas por el aumento de la dosificación y/o frecuencia de aplicaciones de plaguicidas y un aumento de los problemas señalados.

En el **Cuadro A3** están resumidos los principales efectos secundarios relacionados con la aplicación de plaguicidas (H2). Es de especial importancia el conocimiento general de la dinámica de los agrotóxicos luego de ser aplicados, según el sistema y tipo de producto utilizado (ej. por neblina o granulados, foliar o al suelo, sistémico, etc.) en el campo. La degradación de residuos puede producirse por evaporación, por procesos físico-químicos, bioquímicos o microbiológicos y su velocidad dependerá en gran parte de la estructura y características del residuo; se habla de persistencia para describir este lapso de tiempo. La disolución en agua (de lluvia o asperjada) y/o la translocación por agua desde la superficie foliar al suelo o a capas más profundas del suelo, y puede llevar a la contaminación del agua subterránea. Coloides y humus pueden absorber algunos residuos y retenerlos temporalmente. A través de las raíces, las plantas pueden absorber residuos y acumularlos en los tejidos. La eficiencia de estos factores varía dependiendo del producto aplicado.

Estas posibles consecuencias han dado y deberían siempre dar lugar a un análisis crítico del empleo de plaguicidas. Se plantean además implicaciones sobre la discutida extinción de las especies y se espera para el futuro costos muy elevados para las economías nacionales, por concepto de contrarrestar daños al medio ambiente (ej. para purificar agua potable contaminada).

A. Impacto sobre la Comunidad Biológica

Ningun individuo humano, especie animal o vegetal, vive en la naturaleza por sí solo, sino que están estrechamente ligados con una estructura de relaciones con la comunidad biológica o de seres vivos (biozoonosis) y el espacio vital (biótopo) que conjuntamente componen, el así denominado 'ecosistema'. El complejo de factores físicos o abióticos (suelo, clima, etc.) de una determinada área ocupada por organismos (comunidad biológica) que constituyen el ecosistema, están ilustrados de forma esquemática en la **Figura 2**. Las diferentes poblaciones (plantas, animales, microorganismos, etc.) que comparten este espacio físico particular están interactuando unas con otras. Las principales interacciones son (A3):

- **Competencia**: Dos o más poblaciones intentan explotar los mismos recursos, o sea que sus nichos ecológicos se traslapan por lo menos de forma parcial;

- **Depredación y parasitismo**: Una población explota a otra, consumiéndola de forma total o parcial;
- **Mutualismo**: Dos o más poblaciones interactúan para su beneficio mútuo.

La densidad poblacional de plagas es regulada por diversos factores bióticos y abióticos dentro de ciertos límites. Para la regulación de poblaciones de plagas animales, pueden adquirir una importancia los depredadores, parasitoides y parásitos. Estos benéficos y otros organismos ('indiferentes') son afectados de una forma más o menos severa por la mayoría de insecticidas y acaricidas. Además se elimina la base alimenticia de ciertos benéficos asociados de forma específica a determinadas plagas por la radical reducción de la densidad poblacional de las mismas (H1).

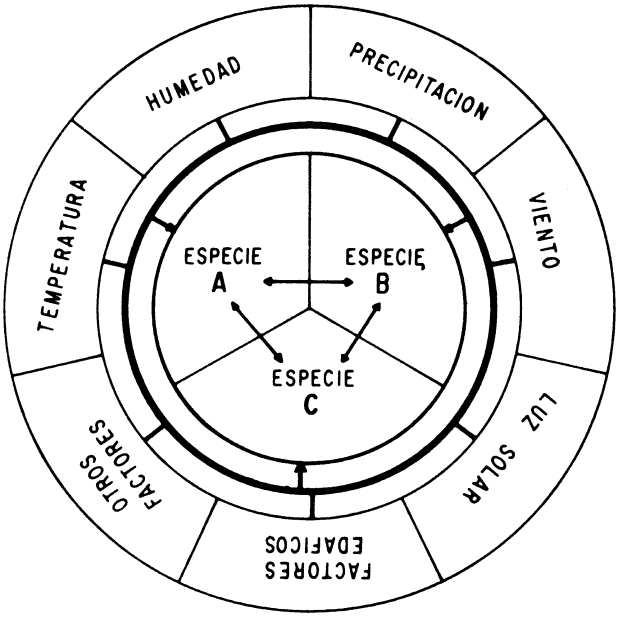


Figura 2: Representación esquemática de un ecosistema sencillo consistiendo de 3 especies (la comunidad biótica) y su ambiente abiótico (Andrews *et al.* 1989, A3)

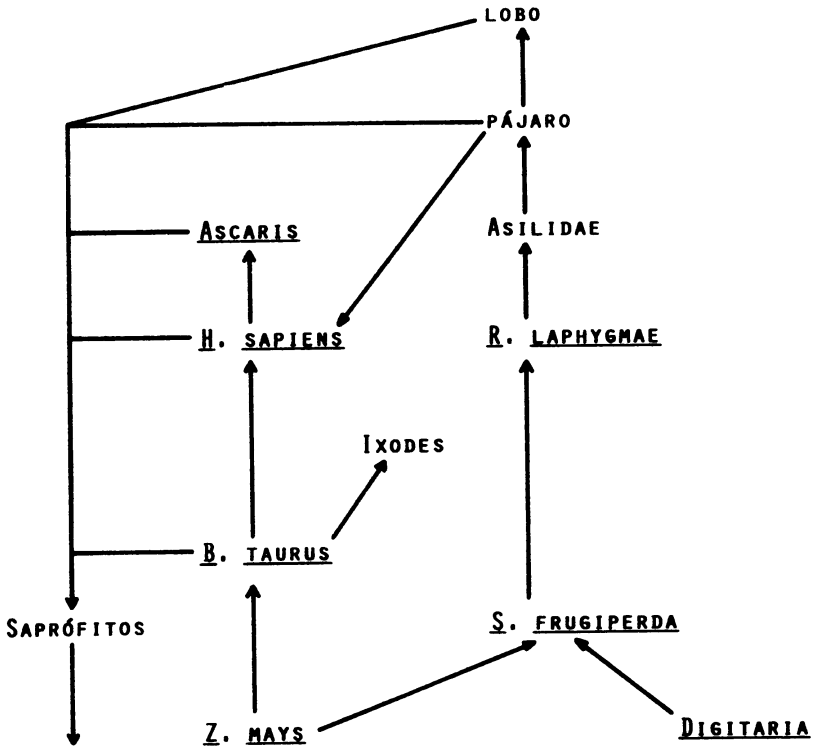


Figura 3:Una red alimenticia simplificada en torno al maíz (Andrews *et al.* 1989, A3)

En la **Figura 3** está representada una red alimenticia simplificada, mostrando algunas especies que se asocian y dependen del maíz (*Zea mays*), el productor de la energía. Nótese que un organismo puede ser colocado en dos niveles tróficos distintos, dependiendo de cuáles rutas se siguen en el flujo energético. El ganado vacuno (*Bos taurus*), uno de los consumidores primarios (fitófago), sirve de alimento al ser humano (*Homo sapiens*) como consumidor secundario, aunque este último también puede actuar como consumidor primario al alimentarse de maíz. Por el otro lado, el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), otro consumidor primario,

sirve de alimento a un parasitoide (*Rogas laphygmae*), un consumidor secundario siguiendo la cadena alimenticia. Análogamente a la energía y materia, fluyen a través de las redes alimenticias algunas sustancias tóxicas extrañas a los organismos que también pueden moverse a través de las redes. Contrario a la energía que se disipa y reduce a niveles tróficos más altos, muchas toxinas suelen concentrarse en ellos, porque los organismos no están equipados para degradarlas y excretarlas. Es importante tener en cuenta este concepto cuando se consideran los efectos de los plaguicidas persistentes en las redes alimenticias, como por ej. los organoclorinados (A3).

La eliminación de estos factores limitantes puede reducir el vínculo entre la plaga y la comunidad biológica y aumentar la posibilidad de que se produzcan brotes masivos de plagas (gradaciones). Los enemigos naturales de estas no llegan a producir un colapso de estas poblaciones masivas, aunque puede ocurrir luego de un prolongado retraso.

El impacto del uso de plaguicidas sobre la comunidad biológica de determinado lugar puede provocar que poblaciones de organismos que hasta entonces permanecían debajo de umbrales económicos de daños (**ver Cap. IV-2-C**), se conviertan en nuevas plagas de consideración por habérsele eliminado considerablemente o por completo a sus enemigos naturales. Dentro de esta clase de fenómenos habría que clasificar la repentina y extraordinaria destrucción total de una plantación de batata cerca de Moca por la "Tortuguita" (*Chelymorpha spp*), una plaga ocasional (**ver Foto 2**). En casos especiales, el uso de determinados insecticidas y fungicidas puede provocar el aumento de ciertas especies al estimular su fertilidad, como en el caso de ácaros expuestos al organoclorinado DDT en frutales y viñedos (H1).

Como consecuencia de la eliminación indeseada de factores limitantes de poblaciones de plagas, se produce la multiplicación masiva de plagas en períodos cada vez más cortos, enfrentada por aplicaciones cada vez más masivas. Este caso se da mientras:

- más amplio es el espectro de acción de los ingredientes activos empleados, que aparte de eliminar a los enemigos naturales, también lo hace con hospederos o presas alternativas o transitorias de éstos;
- más frecuente y calendarizado se realicen las aplicaciones;
- más amplia sea el área tratada y menos móvil es el benéfico para substituír a los benéficos eliminados;
- más móvil sea la plaga, pudiendo colonizar de forma más rápida áreas donde benéficos fueron eliminados;
- mayor sea el potencial reproductivo de la plaga para recuperarse de las poblaciones sobrevivientes; y
- menor sea el potencial reproductivo de los benéficos y más específica es la asociación con determinada plaga.

La eliminación de la competencia entre varias especies debido al uso de plaguicidas puede cambiar la composición de una comunidad biológica, especialmente en el caso de las malezas; por ej.: el uso unilateral de herbicidas hormonales, eliminan a malezas de hojas anchas (dicotiledóneas), pudiendo suceder que las áreas 'limpiadas' sean rápidamente colonizadas por malezas de hojas estrechas (monocotiledóneas) (H1).

B. Problemas con los Residuos

Con frecuencia se plantea la pregunta de si el uso de plaguicidas químicos no significa una carga irresponsable para el medio ambiente, y un peligro para los operarios y el consumidor de alimentos contaminados. Es un hecho que, a menudo, solamente un 1% de los ingredientes activos aplicados llega a la plaga meta, mientras que el 99% de estas sustancias, algunas de las cuales son altamente tóxicas, contaminan el medio ambiente (H1). Para minimizar los efectos negativos potenciales, la legislación ha adoptado medidas sobre la marcha que en algunos países se aplican eficientemente, pero en la gran mayoría de países en vía de desarrollo es muy deficiente o carece de un control constante para su aplicación correcta (ej. en la R.D. y Centroamérica). El incremento de una conciencia sobre la necesidad de proteger al medio ambiente, ha provocado en diversas sociedades un análisis crítico de la situación y una serie de consecuencias para la aplicación de plaguicidas. Los riesgos con los residuos en países en vía de desarrollo son desmesuradamente altos, por la dificultad de implementar medidas de control en los aspectos que mencionamos a continuación (H1):

a) Peligros para el Usuario:

Estos son especialmente mayores en regiones con altas tasas de analfabetismo y bajos niveles de educación y concientización sobre los peligros a los que están expuestos las personas que manipulan plaguicidas. Por la falta de mecanismos eficientes para impedirlo, ocurren desde hace años casos lamentables de intoxicaciones que en un número relativamente alto, son mortales; y a menudo escapan a la estadística. Los aplicadores son las personas más expuestas sobre todo por carecer de equipos de protección y de los conocimientos sobre un empleo correcto. En la R.D. existen reportes sobre intoxicaciones de agricultores, sus familiares y su ganado desde la década de los 1970.

b) Residuos en los Alimentos:

El primer requerimiento para contrarrestar la intoxicación de consumidores de productos agropecuarios es que después de la aplicación de un plaguicida, no pueden permanecer concentraciones toxicológicamente cuestionables de residuos sobre los productos cosechados, alimentos y forrajes (D1).

Entre los plaguicidas, al contrario de la mayoría de fungicidas y herbicidas, muchos insecticidas poseen una alta toxicidad aguda. Estos pueden provocar daños en el organismo, incluso luego de una absorción única de una dosis baja. Esta toxicidad aguda generalmente es expresada como un valor DL-50 (dosis letal) en mg por kg de peso del cuerpo, lo que significa, que una ingestión oral de esta dosis resulta en la muerte de un 50% de los organismos de prueba; generalmente se usan ratas o ratones como animales de prueba. Aún de mayor importancia es la toxicidad crónica de plaguicidas, por que existe la posibilidad de una ingestión constante de mínimas cantidades en la dieta diaria. Se determina a través de pruebas de alimentación crónica (ej. con ratas y perros) en colaboración entre toxicólogos, patólogos e histólogos. La meta es de determinar el 'nivel sin efecto' ('no effect level') en mg por kg de peso corporal. Dividiéndolo por un factor de seguridad que generalmente es 100 y en algunos casos de 10 o 1000, se determina el valor ADI ('acceptable daily intake') que expresa la máxima dosis diaria aceptable en mg por kg es peso por día.

De mucha importancia es además la aplicación de los llamados tiempos o períodos de carencia o de espera, entre la última aplicación de un determinado plaguicida y la cosecha del producto. Estos se establecen en función de la tasa de desintegración y la cantidad aceptable de residuos en el producto (en partes por

millón o ppm). Pueden variar enormemente dependiendo del tipo de cultivo y otros factores, por ej. para el insecticida organofosforado Malatión, se ha establecido un período de carencia de 7 días para lechuga y 28 para cereales (H2).

En la R.D., la importancia de una regulación efectiva para evitar la contaminación de los productos agrícolas y especialmente los alimentos, ha sido comprendida por algunos productores y personas ligadas al sector exportador de vegetales frescos. Embarques de productos han sido rechazados por las autoridades competentes en los países destinatarios (ej. E.U.A. y Puerto Rico), ya sea por habérseles detectado residuos se productos no permitidos en aquellos mercados o en concentraciones intolerables. Esta experiencia se presentó en el año 1989 (**Cuadro 7**), con los 'vegetales orientales' exportados y originó un cambio en las prácticas fitosanitarias en diversos productores. En estudios recientes por Baltensperger & Serra (2003), se pudo constatar, que la práctica de la no observación de tiempos de espera durante el período de cosecha persiste, aún cuando algunos productores han reducido el uso de los plaguicidas más tóxicos. Lamentablemente, el consumidor nacional aún no está protegido suficientemente de residuos contaminantes de productos agropecuarios, especialmente en verduras frescas, leche y carne. En estudios realizados por diferentes especialistas, se detectaron serios niveles de contaminación por ej. en la leche materna, que es resultado sobre todo de una acumulación de residuos tóxicos en el medio ambiente y en alimentos procesados (M4).

c) Residuos en el Medio Ambiente:

La aplicación de plaguicidas tiene una serie de consecuencias inevitables, pero minimizables sobre todo en el medio ambiente, como se ilustrado de forma resumida en el **Cuadro A3** (H2). Algunos de los residuos pueden ser detectados en el suelo, ríos, el mar y raras veces en el aire. Mucha preocupación causan especialmente los productos persistentes, cuya desintegración en el medio ambiente es relativamente lenta (meses hasta años), especialmente los insecticidas organoclorinados (ej. DDT), que se acumulan en los tejidos grasos y en las cadenas alimenticias, siendo los organismos más afectados los que se encuentran al final de éstas cadenas, ej. las aves de rapiña y el ser humano. Desde hace ya varios años, se han ido anulando los registros a la mayoría de insecticidas de éste grupo pero también de otros o restrigiendo su uso a determinadas excepciones, inicialmente sobre todo en países industrializados. También en la R.D. existen diferentes prohibiciones y restricciones al respecto de plaguicidas considerados como peligrosos; sin embargo, se ha reportado que en el territorio nacional están circulando productos prohibidos o se usa productos para cultivos o plagas para los cuales no están registrados. Para el registro de plaguicidas, numerosos países exigen pruebas de laboratorio y de campo, para establecer su eficacia contra determinadas plagas y determinar la factibilidad de su uso para cada uno de los cultivos para el cual se solicita el registro.

Por convenciones internacionales se está intentando reducir el uso de algunas sustancias químicas como los bromofluorocarbonos (BFC), clorurofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC) por que son altamente volátiles y son responsables de la destrucción de la capa de ozono en la estratósfera, que a su vez protege a la tierra de los peligrosos rayos ultravioletas (UV). En este contexto, es importante mencionar que el bromuro de metilo, un BFC ampliamente usado como gas para la desinfección del suelo (hongos, semillas de malezas, plagas animales) por floricultores y otros productores, va a ser prohibido en países industrializados, a más tardar en el año 2010 y su uso congelado en el mismo nivel, en países en vía de desarrollo en el 2020. La legislación de determinados países destinatarios de flores de corte y otras exportaciones agrícolas, exigirá entonces la eliminación de este tipo de productos, por lo cual urge encon-

trar opciones viables, económicas y menos peligrosas para sustituírlos a mayor brevedad. En los E.U.A. han sido registrado recientemente productos alternativos, entre otros orgánicos como el fumigante a base de extractos de ají picante (*Capsicum sp*.), probado exitosamente en postsiembra para reducir poblaciones de 'ácaros blancos' (*Rhizoglyphus robini*) y nematodos (*Ditylenchus sp*.) en ajo en Constanza (Marte et al. 2003; Mateo, com. pers.).

C. Desarrollo de Resistencias

La resistencia a los plaguicidas por parte de las plagas agrícolas es un problema creciente a enfrentarse por los fitoproteccionistas. Cada plaguicida tiene que considerarse como un recurso perecible, cuyo proceso de desarrollo y registro generalmente toma varios años, llegando a costar millones de dólares. Como se espera una declinación en su efectividad, posteriormente tendrá que ser reemplazado por nuevos productos u otras medidas de control, las que a su vez podrán eventualmente deteriorarse.

El desarrollo de resistencias contra plaguicidas, consiste en la capacidad adquirida por una población de plagas de tolerar concentraciones de determinado tóxico, que son letales en la mayoría de individuos de poblaciones normales de la misma especie, no expuestas al pesticida. En este contexto no se contemplaría los mecanismos de resistencia naturales (ej. comportamiento, características morfológicas o fisiológicas) con que cuentan las cuales poblaciones o individuos de plagas no expuestos a plaguicidas .

Desde comienzos del siglo se observaron indicios de resistencias, sin embargo fue con la introducción de insecticidas sintéticos orgánicos, que el desarrollo de resistencias obtuvo su importancia (ej. el organoclorinado DDT) (H1). Mientras que Harries (1995) indica que en 1938 solamente 7 especies y 10 años después 14 especies de artrópodos mostraron resistencias contra uno o varios ingredientes activos; en 1956 ya se habían registrado 69 especies reportadas como resistentes. En 1970, 224 especies de artrópodos, la mitad de las cuales eran plagas de plantas, mostraron resistencias contra uno o varios ingredientes activos. Aún diez años más tarde, fueron por lo menos 428 especies y en 1990, más de 600 especies habían desarrollado resistencia a compuestos anteriormente efectivos (H13). A partir de la década de los ’70 y especialmente desde la introducción de fungicidas sistémicos, se reportaron también resistencias de hongos (enfermedades fungosas) frente a fungicidas, adquiridas luego de pocas aplicaciones repetidas de los mismos productos. Desde hace años se conoce la resistencia de bacterias y hongos frente a antibióticos, con todas sus consecuencias en el área de la medicina y la veterinaria, así como en el cultivo del arroz y en el control de la bacteria *Erwinia amylovora* en frutales en los E.U.A. (H1).

Un amplio espectro de resistencia frente a insecticidas organofosforados se había desarrollado en tres poblaciones de campo de la ‘mosca blanca’ (*Bemisia tabaci*) en el sur de California, fluctuando por ej. hasta entre 20 y 54 veces para el Sulprofos y Metilparatión. Existe una íntima relación entre la resistencia contra algunos insecticidas y la aplicación de los mismos en algodón (P2).

‘Moscas minadoras de hoja’ (*Liriomyza trifolii*), una plaga ampliamente distribuída en ornamentales y vegetales son dificil de controlar, sobre todo por propiedades biológicas que permiten un breve desarrollo de resistencias a insecticidas. Comparado con poblaciones de laboratorio no expuestas a insecticidas, poblaciones de un campo y un invernadero necesitaron una dosis de entre 50 y 60 veces más alta del piretroide Permetrina, para matar al 50% de la población (dosis letal 50 =LC50) (H7).

El desarrollo de resistencias se debe a un proceso de selección que comienza cuando en una población, inicialmente solamente sobreviven pocos individuos debido a una reducida susceptibilidad de origen

genético frente al ingrediente activo. Con la repetición de la aplicación del mismo producto (o uno parecido), se registra inicialmente con lentitud y sucesivamente va acelerándose en las siguientes generaciones una acumulación de los genes de resistencia en la población (**Figura A3**) (A8). Hay que tomar en cuenta que numerosas plagas agrícolas completan su ciclo generacional en pocos días o semanas. Debido a esto, una parte considerable de la población solamente podrá ser combatida con concentraciones muy por encima de las recomendadas inicialmente.

Se distinguen las siguientes formas de resistencia:

- de comportamiento: El organismo plaga evita por su comportamiento entrar en contacto o ingerir el ingrediente activo; ej. las moscas minadores de hoja (*Liriomyza* spp.) ponen sus huevos dentro del tejido foliar donde las larvas están a salvo de diversos insecticidas no penetrantes.(**ver Foto 3**)
- morfológica: La penetración de un ingrediente activo es bloqueada o evitada por características morfológicas-anatómicas (ej. una amplia cobertura con pelos o capas de cera o una mayor impermeabilidad de la capa exterior llamada cutícula). En los casos de herbicidas podrían jugar un papel en el desarrollo de resistencias, la cobertura de pelos, el espesor de la capa cerosa, la posición de las hojas, posición protegida del cono vegetativo, etc.
- fisiológica: El organismo tiene la capacidad de inhibir alguna etapa de la actividad del plaguicida debido a propiedades fisiológicas y reacciones químicas; ej. por la reducción de la absorción y el transporte del ingrediente activo o su acelerada excreción o inactivación del mismo, por transformación a sustancias no tóxicas para la plaga.

Resistencias pueden ocurrir frente a uno o varios ingredientes activos. Se distinguen:

- resistencia simple: contra un ingrediente activo específico;
- resistencia a grupos de ingredientes: ej. contra organoclorinados, organofosforados, carbamatos o piretroides;
- resistencia múltiple: frente a dos o más grupos de ingredientes activos, ej. contra organofosforados y organoclorinados;
- resistencia cruzada: como un caso especial de los dos casos anteriores, cuando una población tratada con determinado ingrediente activo adquiere resistencia frente a éste y además frente a uno o varios ingredientes a los cuales nunca ha estado expuesto (H1, H2);
- resistencia cruzada negativa: aumento de la resistencia contra un ingrediente activo asociada al aumento de susceptibilidad contra otro (H2).

Estas últimas dos formas, tienen una especial importancia práctica para la protección vegetal, ya que hacen inefectiva la medida de cambiar a ciertos plaguicidas de otros grupos: ej. ácaros en frutales aislados. Es improbable que el desarrollo de resistencias se pueda evitar, especialmente luego de una presión de selección prolongada con insecticidas, acaricidas y fungicidas sistémicos.

En la R.D. no se han efectuado aún estudios sobre los niveles de resistencias existentes en poblaciones de plagas claves de cultivos a nivel regional, a pesar de que existen indicios de la ineficiencia de numerosos insecticidas de amplio espectro aplicados a concentraciones recomendadas contra ciertas plagas. Para prolongar la vida útil de algunos ingredientes activos eficientes, sobre todo donde existen pocas alternativas (ej. Imidacloprid para controlar el complejo ‘mosca blanca’-geminivirosis en tomate industrial), es necesario aplicar estrategias de manejo de resistencia. Básicamente consisten en alternar en los programas de fumigación productos provenientes de grupos distintos y con modos de acción diferentes, para ampliar al máximo el intervalo entre aplicaciones con el mismo grupo de ingredientes activos.

III. El Manejo Integrado y sus Tácticas

1. DEFINICIONES, PRINCIPIOS Y CARACTERÍSTICAS DEL MIP

a) Definiciones:

Hay una gran variedad de definiciones sobre el MIP, en términos de precisión y dándole diferentes niveles de prioridad a las técnicas alternativas disponibles, según los autores o las instituciones que han elaborado estrategias para el MIP. Existe una definición elaborada por la Organización Mundial para la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO), la cual tiene una aceptación amplia y una aplicación mundial. La traducción dice:

"Manejo Integrado de Plagas significa un sistema de manejo de plagas que, en el contexto del medio ambiente asociado y la dinámica de las poblaciones de plagas, utiliza todas las técnicas y los métodos factibles en una forma lo más compatible posible, manteniendo las poblaciones de plagas por debajo de los niveles que causarían daños o pérdidas económicas inaceptables" (D1, H1).

Se parte de la idea de que existen pérdidas económicas que hasta cierto nivel pueden ser aceptables.

La definición anterior expresa de forma breve lo esencial del MIP, es comprensible por personas no especializadas y deja espacio para diversas interpretaciones. Sin embargo, no es lo suficientemente concreta como para servir de guía práctica.

La ley alemana sobre protección vegetal estipula la siguiente definición del MIP:

"Una combinación de técnicas,que dando prioridad a métodos biológicos, biotécnicos, fitogenéticos, culturales y de cultivo, restringe el uso de plaguicidas químicos a un mínimo necesario".

De acuerdo a esta definición, el objetivo es la reducción del uso de plaguicidas químicos, dándole prioridad a las otras tácticas mencionadas y en éste sentido a las medidas profilácticas dirigidas a evitar la infestación o infección de plagas. Ella especifica una política sin referirse a instrucciones concretas sobre acciones.

Una definición sin duda corta es la de Kennmore:

"La mejor mezcla de tácticas de control del agricultor en comparación con rendimientos, ganancias y seguridad de alternativas".

En éste sentido se incluyen a todos los métodos, pero no especifica cuáles ni cómo deberían ser usadas. La definición se refiere a las circumstancias de una finca individual, pero no incluye la relación con el medio ambiente.

La definición de Frisbie en su guía para el control integrado de plagas de algodón es la siguiente:

"Control Integrado de Plagas es un planteamiento amplio para controlar plagas usando una variedad de tecnologías de control compatibles en un sistema de manejo de plagas. Un conocimiento íntimo del ciclo de vida de la plaga y su relación con el crecimiento de la planta constituye una base para rea-

lizar cambios apropiados en el sistema de producción, como alteraciones en fechas de siembra y cosecha, uso de agua y fertilizantes y uso de variedades resistentes disponibles que desfavorecerían a las plagas. Para ser más efectivos, tienen que ser aplicadosumbrales económicos de daños realistas para determinar la necesidad de acciones de control de plagas. Al mismo tiempo, tiene que hacerse todo lo posible para proteger y preservar la vida de los agentes bióticos de mortalidad existentes, tales como parasitoides, depredadores y patógenos".

Cuando se requieran procedimientos artificiales de control, (ej. aplicación de plaguicidas químicos o virus de insectos, liberación masiva de parasitoides, etc.) se emplearon de una manera tan selectiva como posible y solamente cuando su uso se justifique económica y ecológicamente. El máximo objetivo del planteamiento del Control Integrado, es la producción de un máximo retorno (rendimiento, comodidad, recreación, etc.) a un costo mínimo, tomando en consideración las obligaciones de índole ecológicas y sociológicas en cada ecosistema y la preservación a largo plazo del medio ambiente.

Esta definición requiere de una comprensión precisa de la biología de la plaga y su relación con el crecimiento de la planta cultivada. Sobresalen los siguientes puntos:

- Los plaguicidas químicos y, las técnicas biológicas son considerados como métodos de control con el mismo valor.
- Como 'beneficio' no se refiere solamente a términos monetarios sino también a mayor compatibilidad ambiental y mejor calidad de vida.
- En contraste con otras definiciones, ésta describe la estrategia de forma más detallada, mencionando los posibles componentes del MIP.

Numerosas definiciones concuerdan con que el concepto del 'umbral de daño' constituye la base técnica actual del MIP. Sin embargo, estos umbrales originalmente fueron desarrollados para reducir el uso excesivo de plaguicidas químicos. El concepto de los umbrales de daño por lo tanto ha estado intimamente ligado a una protección vegetal curativa y sobre todo con control químico (D1).

Como se pudo constatar con los ejemplos citados anteriormente, existe poca posibilidad de satisfacer la complejidad del MIP en una definición concisa y servible. Es por esto que se discutirán los principios y prerequisitos para el MIP, sobre los cuales el autor quiere basarse en este documento.

b) Principios del MIP:

Para proyectos de cooperación técnica de la GTZ, el MIP se adhiere a los siguientes principios:

- El MIP es un planteamiento holístiico e interdisciplinario, el cual considera las condiciones ecológicas y socioeconómicas de un lugar como una unidad y persigue mantener la productividad del agroecosistema sobre una base sostenible.
- Trata de controlar las pérdidas causadas por plagas usando factores limitantes naturales, el uso selectivo de técnicas de cultivo y medidas de mejoramiento genético de plantas.

- Las medidas para controlar plagas tienen que tomar en cuenta anticipadamente todos los impactos ecológicos, toxicológicos y económicos anticipados. Se prefieren los métodos no químicos sobre la aplicación de plaguicidas químicos (D1,A5).

c. Características del MIP:

Las características típicas del MIP pueden darse de manera aislada o en combinación y son las siguientes:

- El control es basado en el entendimiento de las plagas y sus enemigos naturales e incluye conocimientos sobre la biología y la ecología, así como momentos y mecanismos de immigración hacia los cultivos. El MIP requiere del entendimiento de la relación entre plagas y sus enemigos naturales, de forma que permita la estimación correcta de sus relaciones numéricas.
- La densidad poblacional es estabilizada a niveles bajos, tomando en consideración que la simple presencia de plagas en numerosos casos no significa pérdidas en el cultivo, debido a que las plantas pueden compensar su impacto. Ocurren perdidas en el rendimiento normalmente cuando el cultivo ha perdido el vigor para poder compensar. Sin embargo, se justifican medidas de control solamente cuando los costos de control son menores a los que provocarían los daños que se quieren evitar. Generalmente, los costos de medidas de control son altos y los efectos solamente de corto plazo. La eradicación a nivel nacional o regional de plagas establecidas no ha resultado ser práctica ni económica en la mayoría de los casos (**ver Cap.III. G. Control Autocida**). Para mantener el equilibrio ecológico, los organismos plagas tienen que estar presentes a un nivel mínimo como fuente de alimento de sus enemigos.
- La combinación de métodos de control preventivos y curativos está cimentada en la definición del concepto MIP y ayuda a contrarrestar al aumento de plagas a niveles dañinos. El MIP intentará lograrlo sobre todo, con técnicas no químicas. Dependiendo del cultivo y condiciones locales, se incluyen métodos culturales, selección de variedades, medidas de higiene, intervenciones legislativas y por supuesto la promoción de enemigos naturales.
- Como aspecto innovativo se incorpora en la estrategia de control al ecosistema afectado. El objetivo no es de solamente controlar a corto plazo las plagas en un cultivo y en un área limitada, sino de moverse sobre la base interdisciplinaria hacia la sostenibilidad de los factores limitantes naturales, previendo explosiones poblacionales de plagas en grandes áreas. En éste sentido, juegan un papel importante los aspectos socioculturales, de protección ambiental y eficiencia económica de las medidas.
- En el MIP se aplican criterios económicos estrictos antes de implementar una medida de control. Esto lleva al concepto de umbrales de control (**ver Cap. IV.2.C**). Solamente se aplica una medida de control, si los costos del daño anticipado son más elevados que el costo de la medida.

En el MIP aplicado correctamente no se usa el método de aplicaciones calendarizadas, el cual lleva a los agricultores a despreocuparse; sino que los productores tienen que aplicar todas las medidas en el momento preciso para obtener el máximo efecto. Los plaguicidas pueden por ej. ser aplicados en cantidades y frecuencias reducidas o de forma localizada (solamente a áreas más atacadas), cuando la plaga se encuentra en su estadio de desarrollo más susceptible o en el punto de su máxima exposición.

Al aplicar métodos de MIP contra alguna plaga clave (por ej. 'moscas blancas' o trips), hay que tomar en cuenta que otros artrópodos dañinos pueden surgir con mayor fuerza. Los métodos de control aplicados contra esos artrópodos deben ser selectivos (trampas de feromonas, insecticidas bioracionales o métodos biológicos, inhibidores de metamorfosis, detergentes y aceites insecticidas, etc.) para caber dentro del marco del MIP y no deben poner en peligro el impacto de métodos integrados contra las plagas claves y las enfermedades que eventualmente podrían ser transmitidas por éstas.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS TÁCTICAS - VENTAJAS Y LIMITACIONES

A continuación se presentan algunas tácticas comunes que están disponibles para su integración en los conceptos del MIP. Se trata de métodos investigados en el país y el exterior y que se refierán principalmente al cultivo de tomate, por su importancia económica y susceptibilidad, así como la experiencia del autor en este rubro. Existen reportes detallados profundizando métodos de MIP probados en diversos cultivos como la yuca, vegetales y arroz en América Central (A12). Mencionando algunos ejemplos prácticos, se puede obtener ideas sobre el potencial y las limitaciones de una amplia gama de medidas agrupadas en cinco áreas:

A. Control Legal

Existen complejas funciones en las cuales debe estar involucrado el gobierno a través de las autoridades correspondientes; en la R.D. la SEA a través de sus dependencias y en especial los Depatamenos de Sanidad Vegetal, de Registro de Plaguicidas, de Extensión, entre otros. Los objetivos de su involucramiento están resumidos en el **Cap. IV.1**. Dentro de las tácticas de control de plagas participa activamente el así denominado control legal; este siempre se basa en disposiciones de tipo legal (ej. decretos, leyes, reglamentos, etc.), que a menudo suelen ser preventivos pero pueden incluír la aplicación de medidas de control.

Como principales objetivos se persiguen:

- Evitar la introducción, propagación y el establecimiento de plagas invasivas procedentes de otros países.
- Evitar y retardar dentro del propio país, la dispersión de plagas invasivas localizadas en áreas limitadas.
- Reforzar y coordinar a nivel regional y nacional el control de las plagas.
- Asegurar la calidad y eficiencia de los plaguicidas químico-biológicos.
- Velar por la aplicación adecuada de medidas de control , sin poner en peligro al usuario, al consumidor o el medio ambiente.

a) Cuarentenas

En numerosos países existen sistemas cuarentenarios, que constituyen una de las primeras líneas de defensa de la protección vegetal, especialmente referente a la entrada de plagas de importancia económica. Bajo el concepto Cuarentena Vegetal se incluye el conjunto de medidas de vigilancia del intercambio de productos y subproductos agrícolas, con la finalidad de hacer cumplir con las disposiciones existentes tales

como la prohibición de la introducción y por lo consiguiente, la devolución o confiscación y destrucción de material vegetativo infestado o infectado con agentes provocadores de problemas fitosanitarios preestablecidos. Se distinguen varios tipos de cuarentena:

- l**a cuarentena internacional**, que está relacionada con las plagas invasivas existentes en otros países y que aún no han sido detectadas en el país importador. Se ejecuta en puntos de entrada al país, como son los aeropuertos, puertos y puestos de control fronterizos en carreteras;
- la **cuarentena doméstica** (o interna), que se dirige a plagas invasivas existentes en el mismo país dentro de áreas limitadas (bajo cuarentena) y persigue la erradicación o impedir de la distribución de la plaga a zonas aún no afectadas.

Dentro de las dos clases de cuarentena señaladas se distinguen dos tipos que se aplican a los productos:

- la **cuarentena absoluta**, que prohibe terminantemente la introducción o movilización en el territorio nacional de productos, subproductos o incluso cualquier tipo de vehículo que pueda representar un riesgo de importar una plaga de importancia económica no existente aún en el país, desde un país de origen o de tránsito; y
- la **cuarentena parcial**, que permite la introducción de productos o subproductos agrícolas, estableciendo una serie de reglamentos, por ej. sobre tratamientos, empaques, puestos de entrada y otras medidas que garanticen el estado fitosanitario del producto.

Cabe señalar que aún con sistemas de cuarentena sumamente estrictos, como en los E.U.A. y el Reino Unido, es imposible evitar la entrada de plagas no endémicas (foráneas) a largo plazo. Generalmente son las así denominadas 'plagas cuarentenarias' las que luego de su introducción y establecimiento en una nueva región, pueden constituírse en problemas fitosanitarios a menudo de seriedad , por las condiciones favorables que encuentran y la falta de enemigos naturales eficientes, los cuales están activos en la región de origen. La importancia de la cuarentena se basa en que cada año que se atrasa la introducción o el establecimiento de una 'plaga nueva,' significa evitarle pérdidas potenciales de millones de dólares a sectores que serían afectados. El impedimiento de la entrada de la broca del cafeto (*Hypothenemus hampei*) a Costa Rica, desde países vecinos hace años le ha significado a éste país ganancias de centenas de millones de dólares, lo que justifica los costos de la cuarentena.

En la R.D. por deficiencias en el sistema de cuarentena, se han establecido durante la última década una serie de plagas nuevas que han causado serios problemas (ver **Cuadro 9**). El caso más reciente es el de la 'cochinilla rosada de los hibiscus' (*Maconellicoccus hirsutus*), la cual ataca a más de 200 especies hospederas y que había avanzando en el área del Caribe produciendo serias destrucciones en numerosas plantaciones de ornamentales, frutales y forestales. En Trinidad y otras islas del Caribe se han llevado a cabo programas de control biológico con la mariquita *Cryptolaemus montrouzieri* proveniente originalmente de Australia y los parasitoides de origen asiático *Anagyrus kamali* y *Gyranosoidea indica* (R. Hall, com. pers., K2, M8). Finalmente acaba de ser reportado la detección y confirmación de *Maconellicoccus hirsutus* en Santo Domingo en el 2002 (A. Abud, com. pers.). Al país también han sido introducidas enfermedades

como el 'gem-1, geminivirus del rizado amarillo de las hojas de tomate' (TYLCV) proveniente del Mediterráneo Oriental, que ha mermado la producción tomatera nacional durante varios años, así como las geminivirosis transmitidas por 'moscas blancas' en el melón, tabaco, ajíes y en otros cultivos.

Recientemente la R.D. se ha adherido al convenio del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), una entidad integrada por los 7 Países Centroamericanos como miembros y que tiene su sede en El Salvador; esta organización presta, entre otros, servicios de cooperación y asesoría a los servicios de cuarentena de los países miembros.

b) Reglamentación de Prácticas Fitosanitarias

En el área de Centroamérica y en la R.D. se ha hecho uso de otro tipo de medidas basadas en el control legal. Se han establecido en algunos cultivos afectados de forma severa, procedimientos obligatorios que incluyen prácticas culturales, físicas y químicas y que en algunos casos, constituyeron medidas útiles en términos económicos, mientras que en otros casos se trataba de operaciones rutinarias que deben acompañar a ciertos cultivos. Como ejemplos se pueden citar disposiciones para **la limitación de períodos y áreas de siembra** ('vedas'), eliminación de fuentes de infestación o infección por medio de la destrucción e **incorporación de los rastrojos** en el suelo al término de la cosecha, la cual corre por cuenta del productor (ej. algodón en Nicaragua, tomate en R.D.). En el caso del tomate industrial en la R.D., también se han incluído disposiciones recomendando tácticas de control como **rotaciones** con cultivos no hospederos (sorgo, maíz, arroz, plátano, guineo, ajonjolí, etc.), **siembras escalonadas** en contra de la dirección predominante del viento, **prácticas preventivas** culturales y químicas, y el establecimiento de **siembras intercaladas** de hileras de sorgo o maíz, pretendiendo crear refugios y fuentes de depredadores de 'moscas blancas'.

Las 'vedas' que han sido aplicadas en la R.D. durante los últimos 10 años de forma más o menos sistemática para enfrentar al complejo 'mosca blanca'-geminivirosis en tomate, inicialmente jugaron un papel importante en crear zonas libres de cultivos hospederos de 'moscas blancas'. Aún aplicando la fuerza para imponer los decretos correspondientes, durante los primeros años de su aplicación quedó evidente la falta de medidas complementarias eficientes tales como control de malezas hospederas del virus TYLCV, protección de semilleros, control biológico, etc.. No se han efectuado evaluaciones concretas sobre el aporte y la economía de la veda y cada una de las otras tácticas durante las últimas temporadas de siembra de tomate industrial. Evaluaciones de este tipo no pueden limitarse a observar solamente los datos económicos de una finca o de productores de un rubro de una zona, sino que debe incluír el análisis económico de todo las zonas afectadas por las disposiciones legales, como la veda, incluyendo las pérdidas económicas para las zonas y el país, al limitar la siembra de determinados cultivos (ají picante, melón y otros) en ciertas áreas y épocas. Es necesario someter a estudios constantes y adaptar las disposiciones legales enfocados a determinados cultivos para minimizar los impactos en otros individuos involucrados en esas actividades. Tienen que estar basados, en primer plano, en recomendaciones científicas fundadas y luego buscar un cierto consenso de los sectores involucrados.

c) Erradicación

Por medio de programas de erradicación se persigue eliminar una plaga, generalmente de reciente introducción y sin establecerse en una zona determinada, cuando las condiciones técnicas, ecológicas, económicas y topográficas lo favorecen. Una táctica ampliamente usada en este contexto es el control autocida explicado en el **Capítulo III.2.G** Se iniciaron proyectos bajo la participación de OIRSA para erradicar la 'mosca de la fruta del mediterráneo' (*Ceratitis capitata*) y la 'roya del cafeto' (*Hemileia vastatrix*) en Centroamérica con algunos éxitos y reveses en determinadas zonas.

En la R.D., según la opinión de expertos consultados y compartida por el autor, existió una real posibilidad de erradicar a la broca del cafeto *(H. hampei*) o por lo menos limitar su área de dispersión, cuando fue detectada por primera vez en 1994 en focos en la zona de Cotuí. Sin embargo, no se tomaron a tiempo las medidas necesarias para limitar su presencia y ahora ésta plaga se ha establecido en la mayoría de las zonas cafetaleras del país.

d) Control de Calidad de Agroquímicos

Este tiene como objetivo garantizar a los usuarios las características físico-químicas de los productos a emplearse en el control de plagas, como lo establece el registro de los agroquímicos, aparte de otras regulaciones concernientes a plaguicidas mencionadas en el **Capítulo. IV.1**. Estas disposiciones participan indirectamente en la prolongación de la vida útil de determinados ingredientes activos, además de prevenir al usuario sobre la utilización de productos no efectivos o degradados, lo que conlleva pérdidas económicas inecesarias y aumenta el riesgo de problemas fitosanitarios en cultivos afectados.

B. Control Físico-Mecánico

Bajo control físico-mecánico se incluyen diversos procedimientos empleados de forma profiláctica o curativa, que permiten atrapar y/o matar a las plagas directamente o manipular el ambiente, convirtiéndolo en menos aceptable para su sobrevivencia o desarrollo. Las diferencias entre el control físico-mecánico, los controles culturales (**Capítulo.III.2.C**) y biotécnicos o etológicos (**Capítulo.III.2.F**) no están a menudo bien definidas, llegando a presentarse traslapes entre estas tácticas de control (H5).

Las tácticas físico-mecánicas abarcan todo tipo de medidas en que por fuerzas físicas (calor, por ej. para esterilizar tierra) o mecánicas, se aniquilan malezas, plagas y enfermedades, especialmente del suelo, o en el cual se impide al agente nocivo atacar el cultivo por barreras mecánicas.

Los métodos mecánicos son generalmente muy efectivos, sin embargo requieren de un uso intensivo de la mano de obra. En países en vía de desarrollo, éstas tácticas están ampliamente diseminadas, especialmente en cultivos tradicionales e incluyen:

- la recolección manual y destrucción de plagas o partes vegetales afectadas;
- la exclusión mecánica de plagas usándose redes, mallas gruesas o finas en hortalizas y semilleros, zanjas, cercas, incluyendo las individuales (para arbolitos) y vivas (ej. plantas espinosas). De mucha importancia para la agricultura son los silos, bodegas y otros recipientes sellados, en que se almacenan granos y que sirven para evitar el ataque de roedores, pájaros e insectos;

- toda clase de trampas;
- control de malezas por medio de azadas, rastrillos, equipos motorizados (corte, cruce, etc.) (D1,O2).

Colocando **recipientes llenos de aceite o agua** en las bases de mesas en invernaderos, se puede evitar el ataque de hormigas y otras plagas que se movilizan desde el suelo. Con el mismo propósito, se pinta en la base de los troncos de árboles, **anillos con sustancias pegajosas** que evitan la subida de hormigas que a menudo diseminan e interfieren con la actividad de enemigos naturales de plagas chupadoras (H5).

Bajo control físico-mecánico también cabe mencionar el **embolsado de frutos** cuando son de gran valor (ej. lechoza), así como en racimos de frutos de gran tamaño (ej. guineo de exportación). También puede ser factible para huertos pequeños.

Coberturas (mulch) como el de paja o plásticos de distintos colores también sirven como barreras y se utilizan en el control de malezas, patógenos y en ciertos cultivos de alto valor como las fresas (Constanza, California.), melones (Honduras, R.D.), la piña (Centroamérica). Si el color de las coberturas son usadas para atraer plagas insectiles, como se usa para el control de 'moscas blancas' y para postergar la transmisión de geminivirosis, tenemos un caso que corresponde también al control biotécnico o etológico. Efectos de este tipo y otros beneficios fueron comprobados en cultivos de tomate en países tales como Israel, Brasil, Honduras, Costa Rica y la R.D. (C2, G2, S7, S10).

El **almacenamiento** con **temperaturas controladas** también pertenecen a métodos físicos de control poscosecha y revisten una enorme importancia en flores de corte y vegetales, papas y otros tubérculos. (R3,F. Reyes. com.pers).

C. Control Cultural

Los métodos culturales tienen gran importancia dentro del marco de prevención y el combate de problemas fitosanitarios. Como en otras tácticas de control, es dificil delimitar los métodos frente a otros métodos. Numerosos autores, sobre todo en Europa, incluyen dentro de esta táctica la selección acertada de variedades (ver **Control Fitogenético, Capítulo. III.2.D**.). Ellos incluyen toda clase de actividades que fomenten un desarrollo óptimo (incluye riego, abonos, control de malezas, etc.) de los cultivos aumentando la resistencia no genética ante plagas y enfermedades potenciales o, aún mejor, para evitar posibles ataques, creando condiciones desfavorables para losmismos. En este contexto cabe señalar, entre otros, la elección del lugar de siembra, la rotación de cultivos, los espaciamientos, la preparación de la tierra y el tiempo de siembra (A6).

La observación de la época de siembra es muy importante para evitar la coincidencia de altas densidades de agentes que provocan problemas fitosanitarios con las etapas críticas de desarrollo del cultivo (**Figura A 14 y 15**). Por ejemplo, para el manejo de la 'mosca blanca' y la virosis que transmitidas por ésta en cultivos de tomate y habichuela, es imprescindible impedir los cultivos que puedan servir de puentes para el insecto, durante por lo menos 4 semanas, (mejor aún de 45 a 90 días), previo a la nueva época de siembra. De esta manera se reduce la población de 'moscas blancas' portadoras de virosis remanente en la zona y la

exposición de cultivos jóvenes susceptibles a la infección con virus. Durante las primeras semanas del cultivo, mientras más se logra postergar la infección de las plantas con geminivirosis, menor es la pérdida potencial (S9). Dentro de este contexto se mencionó la necesidad de cumplir con las resoluciones de la SEA, como medida de control legal (**ver Capítulo. III.2.A**.) estableciendo vedas para algunos cultivos hospederos de la 'mosca blanca' (*B. tabaci*).

Es preciso estudiar e implementar **rotaciones de cultivos** rentables con mayor diversidad, un mínimo porcentaje de cultivos hospederos de plagas claves y que éstos estén suficientemente separadas el uno del otro. Esta medida suele tener un mayor impacto, si es coordinada a nivel regional. En Nicaragua se comparó el impacto agronómico y ecológico del cambio barbecho-monocultivo de algodón, con cultivo de algodón en rotación con soya (*Glycine max*) o ajonjolí (*Sesamum indicum*). Se observó, que el 'coquillo' (*Cyperus rotundus*), la maleza más perjudicial en algodón, prácticamente desapareció y fue sustituída por malezas más facilmente controlables al cabo de 5 años de iniciarse la rotación (E1).

La **eliminación de hospederos** de plagas claves puede ser de vital importancia e incluye un efectivo control de malezas hospederas, así como la destrucción de los restos del cultivo inmediatamente después de terminar la cosecha y por lo menos un mes antes del transplante de un nuevo cultivo, como en el caso de la 'mosca blanca' (*B. tabaci*).

De forma generalizada es muy importante **transplantar plantas sanas**. La protección eficiente de plántulas jóvenes ante una temprana infestación con plagas claves o infecciones con enfermedades puede evitar pérdidas cuantiosas o totales. Una vez llegada la floración y la maduración de los frutos en ciertos cultivos, puede muchas veces tolerarse la infestación o infección sin mayores efectos sobre el rendimiento (R1, S2). Las siembras directas aumentan el riesgo y los gastos para el control fitosanitario. A su vez plántulas establecidas en semilleros se dejan manejar más fácilmente y se evita el ataque de insectos, usándose por ejemplo malla fina protectora para aplazar el ataque (**ver Foto 6**).

Investigaciones efectuadas en el Brasil, mostraron un efecto positivo con **cultivos intercalados**, en que el tomate se intercaló con sorgo como parte de las estrategias integradas para el manejo de *B. tabaci* y el virus del mosaico dorado del tomate, TGMV (G2). En el país, hileras intercaladas de sorgo y maíz en cultivos de tomate, sirvieron como refugio y fuente alternativa de alimento para depredadores como 'mariquitas' y 'caballitos del diablo' (coccinélidos y crisópidos) y aumentándose la densidad de enemigos naturales de la 'mosca blanca' (R2). Ante la ausencia de geminivirosis, en dos ensayos con tomate-sorgo, el autor llegó a producir buenos rendimientos con apenas una o dos aplicaciones de insecticidas selectivos, en vez de las 10 realizadas con el método convencional para proteger los frutos (S2). En Nicaragua observaciones no cuantificadas tambien mostraron que el ataque de 'moscas blancas' a tomates, puede ser reducido en presencia de habichuelas intercaladas, lo que fue efectivamente demostrado en los casos de otras plagas como gusanos (*Manduca* spp., *Spodoptera* spp. y *Heliothis* spp.) y moscas minadoras (*Liriomyza sativae*) (R1). También se ha demostrado una presión de hongos fitófagos con la aplicación de **labranza mínima**, aplicación de compost y cultivos intercalados (S11, K1)

El uso de cultivos trampas puede también ayudar a disminuír las poblaciones de 'moscas blancas'. Este método se ha propuesto para el valle de Azua y consiste en sembrar antes del cultivo susceptible, fran-

jas de plantas hospederas preferidas (molondrón, melón, berenjena, etc.), en los bordes. Luego de un ataque fuerte, se fumiga la población existente con una mezcla de un detergente insecticida, aceite mineral y Endosulfan. Es importante no tolerar una reproducción de la plaga y se recomienda eliminar estas franjas a tiempo para no producir efectos adversos. En la Florida, se probó un método para aumentar el parasitismo de 'moscas blancas' inoculando plantas de lechosa con otra especie de 'mosca blanca' (*Trialeurodes variabilis*) para luego dejarla parasitar por parasitoides (Aphelinidae). Luego se sembraron estas plantas en los bordes de los campos para que los parasitoides pudieran immigrar hacia estos (O3).

D. Control Fitogenético

El control fitogenético o varietal consiste en uso de **variedades resistentes o tolerantes** frente a plagas, enfermedades y malezas. Constituye la mejor estrategia y a menudo la más barata para su manejo. Se puede distinguir:

- a) **resistencia diferencial, vertical o específica**, dependiente de la raza o cepa del organismo fitófago, lo que hace que una variedad de planta puede ser resistente frente a una raza o cepa fisiológica y suceptible frente a otras. La herencia es monogenética o oligogenética o sea de uno o pocos genes. Por lo tanto, generalmente es más corto el proceso para obtenerla, pero también es menos estable porque el cultivo de variedades con resistencia diferencial selecciona a razas o cepas contra las cuales la variedad no es resistente. El colapso de una resistencia aumenta mientras más amplio es el área de cultivo de la variedad resistente la presencia de menos variedades susceptibles más alta sea la resistencia y consecuentemente la presión de selección, más heterogénea sea la población del fitófago y más corta su duración generacional;
- b) **resistencia general, horizontal o inespecífica**, independiente de la raza o cepa del fitófago, por lo cual una variedad es resistente contra todas las razas o cepas de la especie del fitófago y la resistencia es más estable que la anterior. Generalmente se hereda un complejo de genes (poligenética) por lo cual no se fomenta una selección, sino un equilibrio entre las razas o cepas. Esta resistencia depende más de factores ambientales que la diferencial, por lo que puede fracasar ante condiciones muy favorables para la plaga o enfermedad (H2).

Tradicionalmente para el fitomejoramiento era esencial obtener genes de resistencia a partir de plantas parientes silvestres. Este hecho subraya la necesidad de evitar la denominada 'erosión genética' debido a la desaparición de especies de plantas (y de animales) aparentemente sin utilidad para la humanidad. Por medio de las técnicas de cruces sucesivos y selecciones sistemáticas periódicas, el desarrollo de variedades o híbridos tolerantes o resistentes a plagas requiere a veces de varios años.

A través de la **ingeniería genética** se puede acortar significativamente el tiempo de desarrollo de cultivares tolerantes o resistentes a enfermedades y plagas artrópodas. Consiste en incorporar genes de resisitencia o tolerancia provenientes de otros organismos, por ejemplo por vía física ('cañón') o inoculación por vía biológica, usando una bacteria del género *Agrobacterium*. Los genes de resistencia o tolerancia pueden haberse detectado y aislado en especies emparentadas o hasta de especies muy distintas. Ejemplo de este último caso es la incorporación de genes de la bacteria *Bacillus thuringiensis* en plantas cultivadas (algo-

dón, maíz, etc.) para protegerlas del ataque de gusanos. Sin embargo, existe una fuerte controversia en círculos ambientalistas e intelectuales, sobre si la manipulación genética no conlleva serios riesgos incalculables. En países europeos, determinados grupos de consumidores exigen aclarar una serie de incógnitas, antes de permitir la amplia producción de alimentos a partir de plantas resultantes de la manipulación genética. Ellos rechazan adquirir alimentos de este tipo y exigen que sean debidamente etiquetados.

La importancia del control fitogenético en la República Dominicana puede ilustrarse en el ejemplo de la problemática tomate-'moscas blancas'-geminivirosis. La uniformidad genética existente durante años con la dominancia absoluta de la variedad de tomate industrial 'Napoli-VF' (VF para resistencia a los hongos del género *Verticillium* y *Fusarium*) no atacado por el 'biotipo A' de la 'mosca blanca' *B. tabaci*, facilitó el masivo ataque del recién introducido biotipo 'B' a las plantaciones, a partir de 1988. Aunque existían variedades de tomate industrial más resistentes contra el insecto (Zeus, Reliant y Del Oro), durante los primeros años después de la aparición de geminivirosis en tomates (1990), no estuvieron disponibles variedades o híbridos tolerantes de tomate industrial, pero si de tomate de mesa, especialmente algunas líneas provenientes de Israel y Holanda, probadas entre 1995 y 1997 en el ISA (S2,S10). Entre algunas líneas nuevas reportadas con tolerancia frente a ciertos geminivirus (TYLCV, CdTV y TMoV), las más interesantes fueron líneas del tomate silvestre *Lycopersicon chilense*, que no mostraron síntomas y que se usaron para cruces tradicionales, faltando en 1995 aún varios años de selecciones y retrocruces, para la obtención variedades comerciales resistentes con frutos de calidad (S24). Desde entonces y hasta la fecha, por universidades y agroempresas realizaron numerosos ensayos de comparación con una gran cantidad variedades comerciales, líneas e híbridos para obtener materiales tolerantes a geminivirosis, con buena adaptación a las zonas de producción, con altos rendimientos y frutos de calidad (S10). Recientemente, es decir durante los últimos 5 a 6 años estuvieron disponibles en el mercado nacional, semillas de variedades de tomate industrial tolerantes a geminivirosis, aunque a precios relativamente altos (ej. Gem Star y Gem Pear de Petoseed Co.). La Gem Star resultó sin embargo, poco tolerante a enfermedades fungosas como el tizón temprano (*Phytophthora infestans*), pero aparecieron variedades muy aptas para los requerimientos de los tomateros como por ej. Saladinha y Gem Pride (A20).

E. Control Biológico

Como puede apreciarse de forma simplificada en la **Figura 4,** una población de plaga (a) fluctúa en un determinado período alrededor de un nivel de equilibrio, debido a factores bióticos (enemigos naturales competencia, etc.) y a veces abióticos (clima, etc.). La presencia de enemigos naturales cuya dinámica poblacional (b) está sincronizada con la de la plaga, sin la interferencia humana, .hacen que numerosas especies fitófagas presentes en un cultivo son mantenidas por debajo de los niveles, donde causan daños económicos (umbral de daño económico, UDE). Cuando se aplica una medida no selectiva (insecticida de amplio espectro) y no compatible con el control natural o biológico se desequilibra la relación. A menudo la población del enemigo natural se afecta más que la plaga y no se recupera, produciendose una explosión poblacional de la plaga (gradación) que conduce a menudo a serios daños económicos.

A nivel mundial, se reportan numerosos enemigos naturales de las diferentes plagas artrópodas. Según su hábito de alimentación y desarrollo, se pueden diferenciar (A12):

- **depredadores**: organismos que para su crecimiento y evaluación precisan de más de una 'presa'; por ej. avispas (orden Hymenoptera: familia Vespidae), chinches (Heteroptera: Anthocoridae, Nabidae, Pentatomidae, Reduviidae), crisópidos (Neuroptera: Chrysopidae), moscas (Diptera: Syrphidae), mariquitas y otros escarabajos (Coleoptera: Coccinelidae, Carabidae, Staphilinidae), ácaros (Acarina: Phytoseiidae), arañas (Aranae), aves (ej. garzas) y mamíferos (hurones, gatos, etc.);
- **parasitoides**: antagonistas naturales de insectos, cuyas larvas se alimentan de un huesped, el cual muere durante el desarrollo del parasitoide hasta su estado adulto. Generalmente se desarrollan dentro de huevos (endoparasitoides), larvas y pupas de insectos o pegados a larvas y pupas (ectoparasitoides): por ej. avispitas (Hymenoptera: Braconidae, Ichneumonidae, la superfamilia Chalcidoidea [familias Aphelinidae, Trichogrammatidae, Eulophidae, Pteromalidae, Encyrtidae, etc.]) y moscas taquínidas (Diptera: Tachinidae)(**ver Foto 8**);
- **parásitos**: viven de su 'huesped' afectándolo pero generalmente sin matarlo, por ej. nematodos (Nematoda: Mononchidae) y otros ; y
- **patógenos** (hongos, bacterias, virus y otros): agentes provocadores de enfermedades contagiosas que en plagas artrópodas generalmente son mortales (**ver Foto 10**)(A12).

Para mayores detalles existen numerosos artículos y libros publicados sobre enemigos naturales de las plagas artrópodas a nivel mundial.

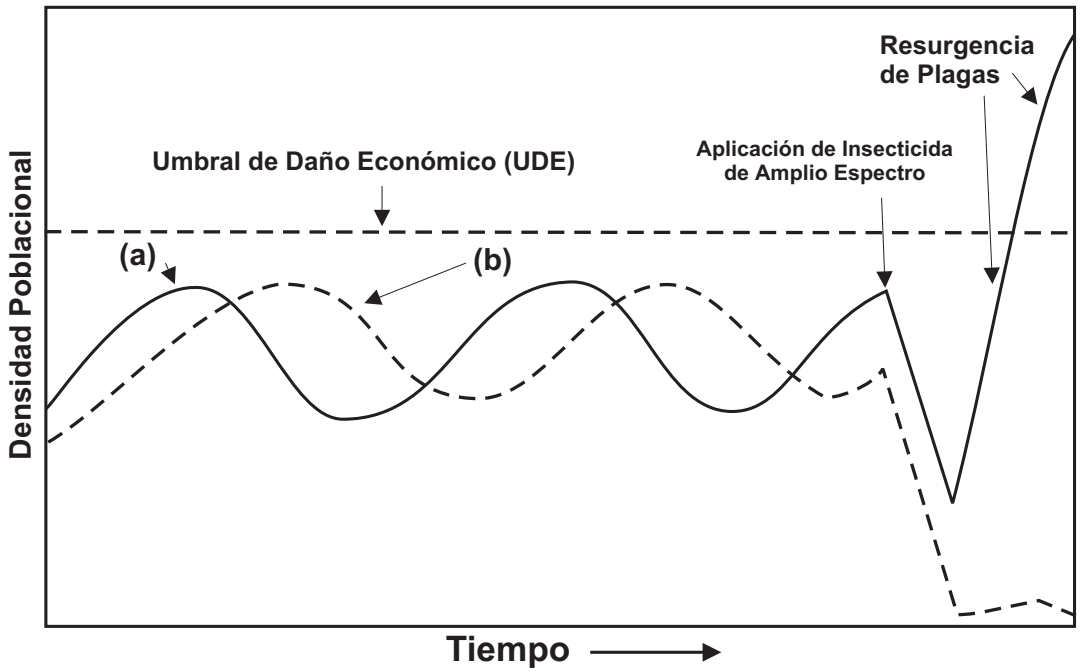


Figura 4. Modelo de una dinámica poblacional equilibrada entre una plaga(a) y su enemigo natural (b) y el impacto desequilibrante de un insecticida de amplio espectro. (mod. según: the IRRI reporter, 1/85)

a) Estrategias

Bajo control biológico se agrupan todas las posibilidades de aplicación de factores bióticos en la protección vegetal. Se basa en el antagonismo natural y se usa a través de una estrategia dirigida. Esta consiste básicamente en 3 estrategias (H2, K2):

- **Conservación y fomento** de los organismos benéficos establecidos en el lugar (endémicos o nativos);
- **Colonización:** la introducción de benéficos desde otros biótopos (regiones, países, etc.) en el sentido del 'control biológico clásico';
- **Inundación o inoculación**: la liberación periódica o aplicación de organismos benéficos (endémicos nativos o importados) después de su reproducción masiva en laboratorios.

i) Conservación y fomento de antagonistas endémicos:

Se aspira a la convivencia de organismos benéficos antagónicos con densidades tolerables de plagas en los cultivos, a través de varios métodos tales como el del establecimiento de **refugios** (árboles, arbustos, hileras intercaladas con plantas hospederas, así como ciertas malezas, etc.); dejando actuar los mecanismos de la bioregulación, y minimizando, en la medida de lo posible, la interferencia, como por ejemplo, con la aplicación de **plaguicidas selectivos** si fuera necesario. Un caso típico lo constituye la práctica de sembrar hileras de sorgo o de maíz intercaladas y/o alrededor de campos de tomate, buscando la presencia de depredadores potenciales de estadíos inmaduros de 'moscas blancas' y atraer colonias de áfidos que se encuentran en las plantas de tomate, como lo comprobaran Reyes *et al*. (1990) (R2). El uso de 'cultivos trampa', persigue atraer y aumentar las plagas de cierto cultivo, sembrado paralelamente o posteriormente. En este cultivo trampa se concentrará también una fauna benéfica, que podría controlar a la plaga o emigrar junto a la misma al cultivo que se quiera proteger.

ii) Control Biológico Clásico (CBC):

Se habla de CBC cuando se importan y liberan organismos (enemigos naturales) fuera de su área natural para controlar especies de plagas. Puede incluír también otras liberaciones que fomenten las poblaciones de organismos benéficos (ej. polinizadores, competidores, dispersores de estiercol, etc.). Los organismos a menudo son detectados a través de exploraciones foráneas e importados desde regiones de donde provienen las plagas (H9). Este caso siempre será necesario cuando los antagonistas endémicos no se adaptan a una plaga introducida y no llegan a mantener las poblaciones debajo de umbrales de daño (H2) (**ver Cap. IV.2.C**). En el sentido de la dinámica poblacional, los enemigos naturales son factores limitantes de la población plaga. La población de los antagonistas depende de la densidad de la plaga y aumentará después de la de su 'huesped' o 'presa' por una mayor disponibilidad de alimento, lo que incrementa la reproducción. Con una mayor actividad de los enemigos naturales, generalmente se reduce la población plaga y posteriormente también la de los antagonistas.

El éxito de un proyecto de CBC dependerá de la persistencia del benéfico liberado para colonizar un medio ambiente (biótopo) nuevo. En numerosos casos, el antagonista liberado no se adapta a las condiciones ecológicas y desaparece. Pero aún en este caso se pueden utilizar exitosamente con la estrategia de li-

beraciones masivas periódicas (K2). En la R.D. están disponibles parasitoides de huevos de lepidópteros mariposas dañinas (*Trichogramma* spp.), tanto producidos por la UASD y la compañía procesadora de tomate Transagrícola C.xA., como importados desde Colombia (LIGA S.A.),y se utilizan cada vez que el efecto de la liberación anterior se reduce por haber bajado la densidad de los parasitoides. también se estableció una cría de *Telenomus sp*., parasitoide de huevos de S*podoptera frugiperda*, entre otras especies. La compañía Central Romana persigue el control del 'barrenador de los tallos' (*Diatraea saccharalis*) en la caña, por medio de liberaciones de parasitoides de huevos combinado con aplicaciones de insecticidas microbiales a base de *Bacillus thuringiensis* (Díaz, com. pers.).

El CBC moderno se inició en 1889 con la introducción intencional de la mariquita *Rodolia cardinalis,* proveniente de Australia, de zonas citrícolas de California, donde controló de forma espectacular a la 'chinche harinosa australiana' (*Icerya purchasi*). Se citan numerosos otros casos exitosos de CBC contra plagas artrópodas, enfermedades de plantas y malezas en el mundo y en el subcontinente Centroamericano y del Caribe (H9, K2, Q1). Al igual que en El Salvador, en la R.D. la 'mosca prieta de los cítricos' (*Aleurocanthus woglumi*) originaria de Asia, fue controlada exitosamente por medio de liberaciones del parasitoide importado *Encarsia opulenta*, ahorrándole a los productores de cítricos, millones de dólares por concepto de aplicaciones de insecticidas (Q1, A. Abud, com. pers.). Para contrarrestar el impacto de la cochinilla de la lechosa, *Paracoccus marginatus,* en plantaciones de lechosa (*Carica papaya*) y numerosas especies ornamentales, recientemente se han liberado diferentes parasitoides envíados a través del APHIS por la Universidad de la Florida con la participación de la JAD. Se ha observado una fuerte reducción en las poblaciones de la cochinilla en la provincia de la Vega. Meyerdirk *et al*. (2003) han observado una reducción mayor del 90% en poblaciones de la cochinilla en la provincia de La Vega y otras regiones, aunque se hayan presentado rebrotes esporádicos fuertes en algunos lugares (Serra, no publ.).

Generalmente, el autor cuestiona la liberación de organismos introducidos al país, cuyo impacto así como su biología y ecología no hayan sido previamente estudiados. Howarth (1991) recogió en un amplio estudio, numerosos ejemplos de impactos del CBC en el medio ambiente. El trabajo concluye que se requiere de estudios previos y paralelos a la introducción de enemigos naturales no endémicos para minimizar efectos no deseados que pueden surgir sobre todo por el desplazamiento de especies 'no objetivo' ('non target') endémicas, creándose un desequilibrio entre especies asociadas (H9).

El segundo siglo del CBC comienza con un desarrollo rápido de la biotecnología, creando un nuevo espectro de riesgos, con la liberación al medio ambiente de un número cresciente de organismos 'artificiales' provenientes de una 'ingeniería genética' aún poco conocida (P4, T2).

Pocos investigadores han estudiado los efectos de introducciones intencionales de especies sobre organismos 'no objetivos'. Numerosas introducciones, también en la R.D., fueron hechas por intereses privados sin seguir reglamentos. Solamente son hechas públicas cuando son exitosas, lo cual ocurre en un número relativamente reducido de casos. Por lo tanto, la ausencia de evidencias sobre impactos ambientales negativos, no significa que no se hayan presentado impactos indeseados. El peligro es mayor cuando el antagonista a importarse o importado es 'generalista' (polífago) y no especialista alimentándose de un grupo restringido de especies (H9). Los problemas principales que pueden surgir con el CBC son:

- puesta en peligro o extinción de especies animales, sobre todo especies 'no objetivos' emparentadas con alguna especie 'objetivo'.

- como consecuencia del desequilibrio creado, pueden surgir como plagas de impacto económico especies que anteriormente no causaban daños importantes porque fueron controlados eficientemente por algún enemigo natural endémico o naturalizado cuando es desplazado por una especie introducida.

iii) Inundación o inoculación:

Por medio de liberaciones o aplicaciones masivas de enemigos naturales de plagas (depredadores, parasitoides y enfermedades) en invernaderos o campos abiertos, se pretende aumentar a corto o mediano plazo el nivel del control biológico. En el caso ideal, se establece el agente en el medio haciendo innecesarias otras liberaciones o aplicaciones masivas para que siga multiplicándose y actúe de forma independiente, como sucede a menudo en agroecosistemas más estables, como en cultivos perennes. Sin embargo, las condiciones en numerosos cultivos de ciclo corto requieren de liberaciones o aplicaciones periódicas cada vez que el efecto de la medida anterior se haya reducido a niveles ineficientes.

A nivel mundial existen numerosos laboratorios de cría masiva de enemigos naturales de plagas (depredadores, parasitoides, parásitos y enfermedades), los cuales funcionan como empresas privadas, estatales o mixtas. Generalmente proveen a los usuarios de las cantidades de organismos pedidos por medio de un servicio de envío puntual. Entre la entrega de parasitoides y depredadores y su liberación o aplicación, generalmente existe un margen corto de tiempo. La técnica de aplicación es bastante variable según la existencia del organismo a liberar o aplicar, por ej. por medio de la colocación de marquitos de cartón o plástico con estadíos (huevos, larvas o pupas) de insectos parasitados, adheridos poco tiempo antes del comienzo de la emergencia de los parasitoides. También existe la posibilidad de aplicar los organismos por técnicas de aplicación convencionales (bomba de mochila o a motor), como se puede ejecutar con nemátodos, esporas de hongos, bacterias, huevos de depredadores (ej. *Chrysopa* spp.) y otros (K2).

b) Avances en la R.D.

Sin duda una limitante lo constituye el hecho de que existen relativamente pocas informaciones sobre el complejo de enemigos naturales endémicos al igual que en otras zonas, tropicales y subtropicales. Con una mayor actividad de investigación en estas zonas, se podrían encontrar especies enemigas de muchas plagas con potencial para la lucha biológica.

Hasta el presente han sido insuficientes los recursos invertidos en investigaciones para evaluar el potencial de antagonistas existentes en el país o para introducir otros con miras a desarrollar métodos de control biológico. Dependiendo del cultivo y la especie plaga, existen informaciones desde muy parciales a otras relativamente completas (ej. cítricos, tomate) sobre inventarios de antagonistas naturales en determinados cultivos (A. Abud, com. pers.). La falta de recursos y de suficientes personas entrenadas (ej. taxónomos) y disponibles, impiden un avance significativo en ésta área. Para numerosas plagas claves faltan resultados más allá del laboratorio, sobre todo evaluaciones de la aplicación práctica en el campo. Sin embargo, en el país existen crías masivas por ejemplo de:

- Parasitoides del género *Trichogramma* parasitan huevos de mariposas (*Heliothis* spp., *Spodoptera* spp., *Trichoplusia* ni, *Manduca* spp., *Erinnys ello* y varias otras especies), que atacan a numerosos cultivos

como vegetales y la yuca, producidos en un laboratorio cofinanciado por el CEDAF y GTZ con sede en la UASD, Engombe y otro establecido hace 3 años en Navarrete por Transagrícola CxA;

- Parasitoides de 'moscas blancas' (*Bemisia tabaci, Encarsia transvena* y *E. formosa*) y colección (cepario) de cepas de diversos hongos entomopatógenos (*Verticillium lecanii, Paecilomyces fumoso-roseus, Beauveria bassiana, Metarrhizium anisopliae, Hirsutella* spp.) probados contra 'moscas blancas' y ácaros en el ISA, La Herradura, lamentablemente discontinuadas;
- Colección de nematodos (*Heterorhabditis* sp.), himenópteros y/o hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y otros) para el control de las plagas importantes 'vaquita de los cítricos' (*Diaprepes abbreviatus) y/o del 'minador de hojas de cítricos' (Phyllocnisitis citrella), críados en la UASD (Proy. UASD/SEA/INRA) y en el Consorcio Citrícola del Este, en Hato Mayor;*
- Cría masiva de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*) en un laboratorio en terrenos del Consorcio Cítricos Dominicanos en Villa Altagracia,financiado por el CEDAF en donde se está integrando un control biológico en el manejo de *D. abbreviatus;* se realizó también un estudio con el parasitoide de huevos *Fidiobia* sp. (Hymenoptera: Platygastridae) (M3);
- Cría masiva de depredadores (*Chrysopa* spp. y *Delphastus pusillus*) con apoyo del JICA en Constanza, para controlar a la 'mosca blanca' Trialeurodes vaporariorum, en habichuela y diversos otros cultivos;
- Se multiplican masivamente parasitoides introducidos de larvas de la 'Broca del Cafeto' *(Hypothenemus hampei*) con la participación entre otras de la UASD, el IDIAF y el Departamento de Café (SEA).

Desde 1993 estuvo contemplado establecer una cría masiva de parasitoides de la 'mosca blanca' (*B. tabaci* spp.*) para hacer liberaciones masivas e integrarlas a estrategias para el manejo del complejo 'moscas blancas'-geminivirosis. Entre 1988-90 cuando laboraba en el 'Proyecto Nim' (IPL-GTZ), el autor determinó y evaluó un amplio complejo de plagas-enemigos naturales importantes del cultivo de tomate en las llanuras del Suroeste. Con la aparición masiva de la 'mosca blanca' (B. tabaci*) en tomates, se observó un acelerado incremento de poblaciones de míridos depredadores (*Cyrtopeltis tenuis*), bajo ciertas condiciones también fitófagos. Se comprobó una **relación depredador-presa** entre los míridos y las 'moscas blancas', llegándose a controlar la plaga en parcelas no tratadas o con manejo integrado de plagas; sin embargo, esto ocurrió antes de aparecer y diseminarse masivamente las destructivas geminivirosis, transmitidas por este insecto. Con ayuda de estos resultados se puede visualizar de forma ejemplar el efecto de tratamientos insecticidas o no para el MIP (S2, S3, S14). Luego entre 1993-97, el autor coordinó muestreos e identificaciones del complejo de parasitoides y otros antagonistas de *B. tabaci* spp. y otras especies de 'moscas blancas', incluyendo su importancia y distribución, así como los datos biológicos requeridos para la cría masiva. Estas investigaciones han sido parte de un proyecto común entre el ISA y el CEDAF (S5, S10).

Con participación de la JICA, en el valle de Constanza se realizaron investigaciones sobre el fomento de coccinélidos y crisópidos como depredadores de 'moscas blancas' (*T. vaporariorum*) en habichuela, usando hileras de sorgo alrededor de las parcelas (K4).

Después de reportada la entrada al país de la 'Cochinilla Rosada de los Hibiscus' (*Maconellicocus hirsutus*), en esfuerzos conjuntos del Departamento de Sanidad Vegetal (SEA), APHIS/USDA, PNMIP, UASD y el IDIAF, se liberaron en diferentes regionales los primeros parasitoides *Anagyrus kamali* y *Gyranosoidea*

*indica (*Hym.: Encyrtidae*)* importados desde Puerto Rico y se propone establecer crías masivas de estos parasitoides en el país. Estudios recientes demostraron que *G. indica* fue introducida conjuntamente con la cochinilla, al encontrarse ampliamente distribuida desde antes de las liberaciones al igual que el depredador *Cryptolaemus montrouzieri*, introducido al país hace décadas. La presencia de enemigos naturales fortalecida por las liber aciones mantuvieron la diseminación de las cochinillas relativamente controlada y evitaron hasta la fecha pérdidas severas a cultivos (Serra *et al*. 2003).

c) Principales Antagonistas de Plagas

Pasaremos a mencionar algunos ejemplos de los principales agentes utilizados para el control biológico, que son producidos masivamente y distribuídos por compañías privadas o en estaciones estatales (ej. Cuba, China, etc.) y que pertenecen a las siguientes categorías:

i) Artrópodos benéficos:

Estos incluyen principalmente numerosas especies de insectos (parasitoides y depredadores) y algunos arácnidos (especialmente ácaros depredadores). Los **depredadores** comunmente son generalistas y se alimentan de un amplio espectro de presas de un cierto tamaño, que las matan para alimentarse. Un depredador necesita atrapar y alimentarse de un cierto número de ‘presas’ .

Un buen ejemplo lo constituye la mariquita de cabeza roja llamada 'Destructor de cochinillas' (*Cryptolaemus montrouzieri*; Coleoptera: Coccinellidae), proveniente de Australia y liberadas masivamente y establecida recientemente en la mayoría de las islas del Caribe para el control biológico clásico de la 'Cochinilla rosada de los Hibiscus' (CRC) (*Maconellicoccus hirsutus*, Sternorrhyncha: Pseudococcidae).

En la R.D. fue establecido en la década de los 1930' para controlar otras especies de cochinillas, pero al penetrar la CRC al país, las voraces larvas de la mosquita, con aspecto parecido a las cochinillas, atacan y merman altas poblaciones y luego abandonan las plantas 'limpiadas'.

Con los **parasitoides**, el ritmo de vida tiene que estar mucho más sincronizado con su ‘huésped’ y por lo tanto son especialistas. Estos ponen sus huevos dentro o pegados a un organismo perteneciente generalmente a un rango limitado de especies. Luego de emerger, las larvas de los parasitoides generalmente se alimentan y desarrollan dentro (endoparasitismo) o desde fuera (ectoparasitismo) de su ‘huesped’, el cual como consecuencia, muere después de cierto tiempo (ver Foto 8). Los parasitoides adultos emergen de sus pupas después de completar su ciclo y a menudo se alimentan de pólen, néctar y ‘mielecilla’ expulsada por insectos chupadores o depredando. Los parasitoides se clasifican en solitarios (se desarrolla uno por huésped) o gregarios (se desarrollan algunos hasta cientos por huésped). Por el estadio que atacan, se pueden clasificar en:

- Parasitoides de huevos de mariposas (ej. fam. *Trichogrammatidae*) y otros insectos;
- Parasitoides de larvas o de ninfas (la mayoría de himenópteros);
- Parasitoides de pupas;
- Parasitoides de adultos (ej. ‘moscas taquínidas’ en chinches hiedevivos como *Nezara viridula*).

Existe otros el fenómeno del **‘hiperparasitismo’**, el cual consiste en que una especie de parasitoides pone huevos en larvas de otra especie, pudiendo disminuir su eficacia como controlador de una plaga.

Desde hace años a nivel de invernadero, en numerosos países, es común entre otras la utilización de ácaros depredadores contra ácaros fitófagos (*Tetranychus* spp.) y trípidos (*Frankliniella* spp.), avispitas (*Encarsia formosa*) contra 'moscas blancas del invernadero' (*Trialeurodes vaporariorum*), *Diglyphus* spp. contra moscas minadoras de hojas de vegetales y ornamentales (*Liriomyza* spp.) y *Trichogramma* spp. contra numerosas plagas lepidópteras. A nivel de campo se han reportado éxitos en el control de numerosas plagas. Por ejemplo, en las vastas zonas tomateras de Sinaloa, México, existe hace años un programa de control biológico de plagas lepidópteras tales como el gusano bellotero, gusano de la cápsula del tabaco y gusano alfiler (*Helicoverpa zea, Heliothis virescens* y *Keiferia lycopersiclella*) por medio de liberaciones masivas (750,000/ha) de parasitoides de huevos, *Trichogramma* spp.. Estas son liberadas semanalmente durante 6 semanas para incrementar el nivel de parasitismo natural. Además se integra la utilización de insecticidas biológicos a base de *Bacillus thuringiensis* u otros insecticidas selectivos (A15).

ii) Bacterias:

Durante las últimas décadas se registraron grandes éxitos en el control biológico con ayuda de bacterias patógenas, especialmente del género *Bacillus*. El aislamiento del *B. thuringiensis* como factor de mortalidad en gusanos lepidópteros data del 1909. En cambio el *B. popillia* ataca a 'gusanos blancos', larvas de coleópteros que se desarrollan en el suelo. Endotoxinas producidas por bacterias de este género afectan de forma letal el tracto digestivo, luego de ser ingerido en partes vegetales contaminadas por estadios larvales de insectos susceptibles (H2, K2). La actividad de estas bacterias es sumamente selectiva, no afecta a los enemigos naturales de las plagas metas; y la toxicidad y residualidad para seres de sangre caliente es mínima. Existen diversos productos comerciales en el mercado internacional y nacional de agroinsumos, ya sea de la variedad *kurstaki*, eficiente contra una amplia gama de gusanos de polillas y mariposas (Lepidoptera) o de la var. *israeliensis*, activa contra larvas de mosquitos, moscas, etc. Una ß-exotoxina producida por *B. thuringiensis* (thuringiensina) es además un acaricida efectivo, pero no selectivo, contra ácaros nocivos (*Tetranychus pacificus, Aculops lycopersici*) pero también afecta a sus enemigos, los ácaros depredadores (H3, R5). Este producto no está disponible en el país.

En fase de estudio se encuentra el uso de bacterias antagonistas para controlar enfermedades fungosas como el 'tizón temprano' (*Alternaria solani*) en tomate (O5). Se ha intentado controlar brotes de roedores (ratones, ratas) provocando epidemias con bacterias específicas del género *Salmonella.* Sin embargo, en algunos países se ha prohibido por los riesgos que podría conllevar para los humanos (H2).

iii) Hongos:

A pesar de conocerse la existencia de hongos que de forma bastante específica atacan a insectos (géneros *Aschersonia*, *Beauveria*, *Entomophthora*, *Hirsutella*, *Metarrhizium*, *Paecilomyces*, *Verticillium*, etc.), hongos fitófagos (*Trichoderma* spp.), nemátodos (ej. *Arthrobotris* spp.) o a malezas, su aplicación práctica es aún bastante reciente. Los insecticidas biológicos comerciales a base de hongos contra plagas insectiles, ácaros y nemátodos, han sido desarrollados durante las últimas dos décadas y están registrados en numerosos países. Por su selectividad, muy baja toxicidad y residualidad, algunos productos ya forman parte de sistemas de MIP exitosos en diversos cultivos, especialmente en invernaderos (ej. contra 'moscas blan-

cas' en E.U.A., Europa, América del Sur.) o en campos abiertos (ej. en Cuba: contra 'moscas blancas' y ácaros en vegetales y coco, México: contra ácaros en coco; Trinidad & Tobago y Venezuela contra *Aenolamia* sp. en caña de azúcar, etc.) (C4, K2, O4, Q1, Hall, com. pers.).

En 1981 en la isla de Reunión, plantaciones de caña de azúcar fueron devastadas por 'gusanos blancos' (*Hoplochelus marginalis*), endémico en Madagascar, que atacan las raíces de las plantas. Incorporando al suelo esporas del hongo entomopatógeno *Beauveria brongniartii*, se logró una rápida dispersión del hongo en el suelo y mantener las poblaciones por debajo de niveles económicos de daño, siendo el tratamiento 40% más barato que el tratamiento convencional químico, el cual tiene que repetirse cada 3 años (C4). En la R.D. existen plagas emparentadas (*Phyllophaga* spp.), que podrían ser controladas de una forma semejante y existe un producto comercial en el mercado (Gandini, comunicación personal).

iv) Virosis:

En la naturaleza se encuentran enfermedades viróticas también afectando de forma específica a plagas insectiles, por ej. a gusanos de mariposas (Orden Lepidoptera). El virus causante de la enfermedad 'polihe drosis nuclear' es producido masivamente y aplicado en diferentes países como en Brasil, donde forma parte del exitoso programa de MIP, llevado a cabo hace años en 1 millón de hectáreas de soja para controlar el gusano aterciopelado (*Anticarsia gemmatalis*)(M2).

Los Baculovirus son altamente efectivos contra el gusano de la flota (*Erinnyis ello),* la única plaga lepidóptera importante en todas las zonas yuqueras del neotrópico; y son empleados exitosamente por agricultores productores de yuca en el sur de Brasil. Se están desarrollando programas para implementar su uso en Colombia, Centroamérica y el Caribe (B1).

v) Nematodos:

En Puerto Rico, se seleccionaron varias cepas de nematodos entomofílicos del género *Heterorhabditis*, que fueron críados masivamente en larvas de la 'polilla de la cera' (*Galleria melonella*) que son altamente susceptibles. Demostraron su capacidad para matar las larvas de plagas importantes como el 'picudo negro del plátano' (*Cosmopolites sordidus*), el 'piogán de la batata' (*Cylas formicarius*) y otro picudo de la batata del área (*Euscepes postfasciatus)* (F2). Pruebas de campo y de invernaderos tendrán que demostrar su eficiencia como componente del MIP también en la R.D. Existe hace años una cría de nematodos entomofílicos en Galleria melonella en la UASD y se inició recientemente otra por el Programa Nacional de Protección Vegetal (PNPV).

d) La implementación del Control Biológico

El control biológico de plagas usualmente ha sido más seguro para la salud pública que el control químico. El establecimiento temporal o permanente de especies antagonistas promisorias requiere estudios biológicos y ecológicos previos y precisa de que éstos se puedan críar en masa y existan técnicas de liberación masiva.

A pesar de las limitaciones, sobre todo contra plagas de cultivos con bajos umbrales económicos de daños (ej. vectores de virosis), el control biológico debe considerarse como un importante componente de las estrategias de MIP, siendo necesario complementarlo con otros métodos selectivos, que no afecten a los enemigos naturales ni inhiban en gran medida la bioregulación. Para que puedan adquirir una mayor importancia dentro del MIP, hace falta un gran número de investigaciones para evaluar y validar especies, razas y/o cepas promisorias, incluyendo algunas importadas, así como para adaptar, eficientizar y abaratar la producción masiva y las técnicas de liberación o aplicación.

Gerling (1992) considera que no hay un método probado para la estimación *a-priori* del éxito de un enemigo natural; la eficiencia de cada enemigo debe ser verificada en el campo. No obstante, se sugiere que la selección del enemigo sea guiada por la necesidad de reducir el número de estadios hospederos, no vulnerables al ataque del enemigo, y de reducir los refugios del hospedero en el tiempo y el espacio. Esto puede realizarse integrando el uso de diferentes enemigos naturales, la resistencia de las plantas y el empleo de insecticidas selectivos. Se sugieren estudios comparativos de casos exitosos en control biológico de plagas, como medio para aprender más acerca de los atributos necesarios para enemigos naturales exitosos (G3).

En los países tropicales americanos el control biológico está seriamente limitado por la falta de recursos financieros y personales, lo que hace imprescindible la toma de una serie de decisiones estratégicas y operacionales, para que el mismo pueda contribuir significativamente al MIP en el área. Andrews *et al.* (1992) hacen un llamado a los especialistas de control biológico, para una mayor participación de agricultores en la investigación agrícola y transferencia de tecnologías y proponen 4 modelos metodológicos para el desarrollo y la implementación del control biológico, por su aplicabilidad en la zona del Caribe y Centroamérica (A14). Los autores parten de la idea de que las técnicas de manejo de plagas se clasifican en función del grado de involucramiento de los productores en su **implementación**

- El modelo de 'omisión del agricultor' ('Farmer Bypass Model') pretende aplicar tecnologías estandarizadas que abarcan una área amplia y que requieren de un involucramiento mínimo del productor. Tanto el control biológico clásico, como las liberaciones inoculativas ejecutadas por el gobierno o la industria, benefician al productor sin involucrarlo.
- El modelo del 'agricultor como protagonista' ('Farmer as Protagonist Model') reconoce la heterogenidad ecológica y socioeconómica de los agroecosistemas, por lo cual es imposible de implementar tecnologías inflexibles y estandarizadas en áreas amplias. En la región del Caribe y de Centroamérica, las condiciones entre fincas vecinas pueden variar sustancialmente, al contrario de los cinturones de cereales de los E.U.A. Por esta razón, los agricultores juegan un papel protagónico en la implementación de programas del MIP enfocados en el manejo de plagas a nivel de campo. Ellos tienen que involucrarse en el monitoreo como base para la toma de decisiones sobre la aplicación de medidas de control. El éxito de liberaciones inundativas, el uso de insecticidas microbiológicos y la conservación del control biológico requiere de una iniciativa local.

La participación del agricultor en la **investigación y desarrollo** de control de plagas se justifica porque puede aportar conocimientos indígenas, integrar métodos tradicionales para una mayor aceptación de tec-

nologías exógenas, enfocar los estudios en los problemas locales a través de la participación de los agricultores en planificación y evaluación. Además, los agricultores pueden aportar apoyo financiero, logístico (parcelas, mano de obra) o intelectual, lo que reduce los costos de los programas (A14).

La existencia en determinados cultivos de enfermedades severas (ej. virosis), transmitidas por plagas como los áfidos, cicadélidos y 'moscas blancas', constituye una seria **amenaza para la implementación** del control biológico e integrado de plagas insectiles, por estar sujeto a umbrales de daños económicos sumamente bajos durante las fases críticas del cultivo. Las medidas a tomar tienen que mostrar efectos inmediatos para mantener los niveles poblacionales de vectores potenciales en un mínimo. Lamentablemente, estas fases coinciden con la etapas tempranas del cultivo, en donde generalmente las poblaciones de enemigos naturales aún son bajas. Por lo tanto es de suma importancia el rompimiento del ciclo de la enfermedad viral.

Aunque el control biológico ofrece muchas ventajas, se señala como una de las mayores desventajas la frecuencia de proyectos en que no se logra controlar la población de plagas. En gran parte, Hanson (1993) considera que tiene que ver con la falta de información biológica o la identificación incorrecta. La taxonomía (sistemática) ofrece un sistema para ordenar las informaciones biológicas y es esencial para la identificación correcta, y por lo tanto es esencial para reducir los fracasos de proyectos de control biológico. Sin embargo, para numerosos parasitoides aún no existen claves ni para identificar los géneros, por lo cual queda mucho por hacer en esta área (H11).

Aunque comparado con el control biológico de plagas artrópodas, su importancia aún es muy limitada, Philipp (1988) describió numerosos métodos y concluye que existe un alto potencial de usar agentes antagonistas (hongos hiperparásitos y bacterias) para el **manejo de enfermedades de plantas** (P3). Han sido estudiados ampliamente bacterias de los géneros *Pseudomonas* y *Streptomyces*, así como hongos de los géneros *Trichoderma* y *Gliocladium* como impotantes antagonistas de hongos de suelo, parásitos de plantas, como *Pythium*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora* spp. y otros (K2, P7). El éxito del uso de coberturas vivas ('mulch') y de compost suprimiendo enfermedades de plantas existentes en el suelo, se debe en gran parte, a la acumulación de estos microorganismos antagonistas en el material vegetal en descomposición y por lo tanto en suelos ricos en materia orgánica. Existen diversos productos a base de estos antagonistas que son aplicados al suelo. En la R.D. por ejemplo, existe en el mercado un producto a base del hongo *Trichoderma lignorum* (Mycobac®, Liga S.A) que es recomendado para controlar a los hongos de los géneros *Alternaria*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Phoma*, *Pythium* y *Rhizoctonia* en diversos cultivos.

F. Control Etológico o Biotécnico

El aprovechamiento del comportamiento de las plagas para su control se define como control etológico o biotécnico (C3). Existen autores que utilizan el término de control biotecnológico, los cuales incluyen bajo este término, además de los métodos mencionados en este subcapítulo, la preparación y el uso de plaguicidas microbiológicos (ej. bacterias y virus), reguladores de crecimiento sintéticos (ej. Clorofluazuron) y naturales (extractos del árbol nim, *Azadirachta indica*), que interfieren con la metamorfosis de los insectos, así como la ingeniería genética en forma de control autocida (**Cap. III.2.G**) (D1).

Según Nordlund & Leviz (1976, cit. en C3) las sustancias químicas más comunes que modifican el comportamiento animal se clasifican en:

- **Hormonas:** Son producidas por glándulas endocrinas y actúa en el mismo organismo que la origina.
- **Semioquímicos:** Son producidos de diversas maneras en un organismo, pero actúa en otros organismos:
  - **Feromonas:** Sirven como medio de comunicación entre individuos de la misma especie.
  - **Aleloquímicos**: Sirven como medio de comunicación entre individuos de distintas especies:
    - **Alomonas**: Su acción beneficia a la especie emisora.
    - **Kairomonas:** Su acción beneficia a la especie receptora.
    - **Sinimonas**: Su acción beneficia a ambas especies.

Entre éstas existen numerosas sustancias clasificadas que producen una reacción fisiológica o etológica y sirven para modificar el comportamiento de los insectos. Dentro del marco de esta táctica de control se aprovecha análogamente la atracción de los insectos por ciertos colores, olores, las sexuales, etc. para atraparlos o matar a los insectos atraídos. Durante las últimas tres décadas, la posibilidad de manipular mediante mediadores químicos el comportamiento de plagas y benéficos ha adquirido un lugar novedoso y prometedor entre las tácticas de control aptas para el MIP (C3).

Las prácticas del control etológico incluyen las siguientes posibilidades:

a) Trampas de Feromonas

Las feromonas sirven para la comunicación de individuos de la misma especie de insecto a fin de agruparse (feromonas de agregación), encontrar individuos del sexo opuesto (feromonas sexuales, emitidas mayormente por las hembras dependiendo de la especie), prevenir ante un peligro (feromonas de alarma, pulgones) y otros fines. Son emitidas en cantidades mínimas y pueden ser captadas por otro individuo hasta varios kilómetros de distancia. Con las trampas se usan feromonas naturales o sintetizadas de las de agregación o sexuales. Varios años de investigación han llevado a aclarar las estructuras de feromonas que son específica para cada especie y han llevado a la producción de feromonas sintéticas para una gama creciente de insectos nocivos, como se muestran a continuación:

especie	*orden:familia*	*hospederos importantes*	*Nombre Común*
Keiferia lycopersicella	*Lepid.: Gelechiidae*	*tomate, berenjena*	Gusano alfiler
Phthorimaea operculella	"	*papa, tomate*	Polilla de la papa
Pectinophora gossypiella	"	*algodón*	
Spodoptera frugiperda	*Lepid.: Noctuidae*	*maíz, gramíneas*	Gusano Cogollero
S. exigua	"	*cebolla, vegetales*	Gusano Constancero
S. eridania	"	*vegetales*	
Heliothis / zea	"	*numerosos cultivos*	Gusano Bellotero
Helicoverpa / virescens	"	"	
Trichoplusia ni	"	*vegetales*	Falso medidor
Anthonomus grandis	*Coleopt.: Curculionidae*	*algodón*	Picudo
Cylas formicarius	*Coleopt.: Apionidae*	*batata*	Piogán

Por lo general, las feromonas son tan específicas que solamente atraen a uno de los sexos (en muchos de los casos a los machos) de una especie, pudiendo a veces atraer a individuos de especies de mucho parentesco. Químicamente las feromonas sexuales, que atraen a las polillas masculinas *de K. lycopersicella* y *P. operculella,* son acetatos. Luego de ser sintetizadas, son impregnados unos tapones de caucho con cantidades de milésimos de gramo por tapón, los cuales preferiblemente antes de usarse, deben ser almacenados en la nevera (ej. a -5°C). Después de ser sacadas de unas funditas selladas, los tapones van soltando las feromonas lentamente y se agotan según el tipo y las condiciones climáticas después de generalmente 3 - 9 semanas.Mientras mayor es el calor en el campo más rápido se volatizan los fenómenos, debiéndo reponerse los tapones con más frecuencia.

Estas feromonas sexuales, ya sea sintetizadas o a partir de trampas con individuos del sexo opuesto, son utilizadas principalmente para:

- ayudar en el seguimiento y detectar la aparición de la plaga insectil (monitoreo);
- facilitar el uso apropiado de los insecticidas;
- atraer un segmento de la población para efectuar una aplicación localizada de insecticida o contaminar a individuos atraídos con hongos entomopatógenos para que estos transmitan y diseminen la enfermedad mortal entre hembras no atraídas, como en el caso del piogan de la batata (R11).
- ayudar a controlar directamente a la plaga (ej. polilla) ‘inundando’ el biótipo con feromonas con un alto número de tapones u otros dispositivos que las emiten. Esto confunde a los individuos que son atraídos por feromonas del sexo opuesto y así se imposibilita la reproducción (‘mating disruption’), como fue comprobado para el 'gusano alfiler' en tomate (V2).

Para utilizar efectivamente las feromonas sexuales, se necesitan trampas que se adapten a esta finalidad y al tipo de plaga que se combate. Hay diversos diseños de trampas, por ejemplo de embudo, de agua y pegantes que están disponibles para el monitoreo de poblaciones en el campo (R3). El uso de feromonas en trampas o para impedir la reproducción, pueden considerarse como un método no contaminante, no tóxico y muy selectivo, no afectando la fauna benéfica. Por lo tanto este método biotécnico debe considerarse como muy apto para la integración con otros métodos selectivos y el control biológico.

En el país se han realizado pocos estudios con feromonas. El autor pudo comprobar la eficiencia de las mismas en ensayos para atrapar machos de la polilla del ‘gusano alfiler’ (*K. lycopersicella*) en tomates en la llanura de Azua, con un diseño casero de trampa elaborado a partir de un galón plástico(**ver Foto 11**). La misma técnica mostró ciertas deficiencias para atrapar algunas mariposas nocturnas dañinas (*Spodoptera* spp., *Helicoverpa zea*) (S2). Existen trampas comerciales más adaptadas a estas especies. Con un embudo modificado, en el IPL se obtuvo asimismo resultados promisorios con feromonas para el piogán de la batata (Taveras, comunicación personal). En un campo de batata, capturas continuas con trampas con feromonas sexuales femeninas sintéticas, dieron como resultado altos números de machos atrapados al comienzo. Sin embargo, la población de machos no mostró ni un incremento cíclico ni exponencial hasta por lo menos 4 meses después. Cuando las trampas fueron colocadas durante las primeras dos semanas de establecerse el cultivo, no hubo un incremento en la población del piogán, mientras que los colocados de dos a tres meses después del inicio, un fuerte incremento de machos atrapados se registró durante la última parte del cul-

tivo (K5). Como esta plaga es de dificil control por estar presente sobre todo en el suelo, las feromonas constituyen una alternativa bastante efectiva para su control, por lo cual esta técnica es ampliamente usada en diversos países de América Central y América del Sur .

Aunque hay disponibilidad de feromonas para algunas especies, las cuales son distribuídas por el PNMIP y comercios de agroquímicos, existen pocas zonas en el país con una aplicación sistemática de este método. El acceso a trampas comerciales y feromonas es actualmente muy limitado a nivel nacional. Sin embargo, el PNMIP reportó buenos resultados en el control de la 'polilla de la papa' (*P. operculella*), usando feromonas del 'Centro Internacional de la Papa' (CIP, Perú) en la región de Constanza/Tireo. Según las opiniones de productores de papa de la zona recogidas por el autor, la colocación de trampas de feromonas es un trabajo intensivo; la disponibilidad de feromonas y los costos solamente justifican su uso para fines de monitoreo y la falta de una integración adecuada con métodos alternativos de control de otras plagas de la papa, hace indispensable aplicaciones de insecticidas, lo que echa a perder las ventajas del uso de las mismas. Estas opiniones fueron secundadas por otros entomólogos, aunque expresaron que el uso de feromonas sirve más para el monitoreo de ciertas plagas y no como medida de control mediante la 'inundación del ambiente' con feromonas.

b) Trampas de Color

Trampas amarillas: Algunas especies de insectos son atraídas por el color amarillo. Hasta el momento, el uso de trampas amarillas se ha implantado en el control práctico de 'moscas blancas' y pulgones en invernaderos y como herramienta importante para el monitoreo de plagas y benéficos. Para poderlas usar como método exclusivo de control en el campo, se necesitan grandes controles de **'bandejas o trampas amarillas**'. Las bandejas son colocadas entre hileras de los cultivos y están normalmente llenas de agua, en el cual los insectos atraídos se ahogan. Otro tipo de trampas amarillas son planchas de plástico pegantes cubiertas con pegamento o aceite. El uso de este método biotécnico seguirá limitado a la detección de migraciones de plagas y para proteger áreas pequeñas y aisladas como semilleros.

Trampas azules son en forma de bandas plásticas pegantes en son colocadas entre las hileras y empleadas eficazmente en el control de trips en ornamentales.

Trampas de luz: Estas sirven sobre todo para el monitoreo de plagas adultas con actividad nocturna, como las mariposas del 'gusano cogollero' (*Spodoptera frugiperda*) de la familia Noctuidae.

c) Trampas de Olor

Ciertas especies de plagas insectiles se sienten atraídas por olores determinados, lo que se usa para su detección y control. Varias moscas de la fruta (ej. *Anastrepha* spp., *Ceratitis capitata* y *Neosilba* spp.), se capturan con trampas en forma de botellas plásticas que contienen proteinas hidrolizadas, fosfato de diamonio (DAP) y/o melaza (P1). Los grillos pueden controlarse colocando bolitas de masa de afrecho mezclado con azúcar y un insecticida relativamente inodoro (ej. Triclorofon) alrededor de los semilleros o huertos, espaciados a 1-2 m. El catarrón del cocotero (*Strategus oblongus*), se siente atraído por el olor de torta de maní en descomposición (F. Taveras, comun. pers.).

G. Control Autocida

En la Organización Mundial para la Salud (WHO), se definió como control genético el uso de métodos que reducen el potencial de reproducción de plagas por medio de alteraciones genéticas. El correspondiente control autocida consiste en la liberación masiva de individuos sexualmente incompatibles, ya sea existentes de forma natural o esterilizados previamente en el laboratorio de forma química (esterilizadores químicos) o física (rayos) o portadores de alteraciones genéticas. El fin es impedir una reproducción efectiva o implantar genes en la población del campo, de manera que ésta se va degenerando sucesivamente (H2, K2).

Esta táctica ha ganado interés durante los últimos años, debido a algunos éxitos obtenidos, por ej. en la erradicación de la plaga ganadera *Cochliomyia hominivorax* en Curaçao (1955) y posteriormente en los E.U.A., Puerto Rico y partes de México, por medio de la técnica de machos estériles. Después de obtenerse éxitos en Hawaii y California, en Centroamérica se está intentando controlar a la mosca de los frutos (*Ceratitis capitata*) por medio del mismo método y se ha logrado erradicarla de vastas regiones, aunque ha habido reintroducciones (estudio DSV-JAD Cuevas *et al*. 2002)

H. Control Químico y Bioquímico

Esta táctica de control de plagas consiste en la aplicación de plaguicidas, sustancias químicas que actúan de forma letal o interfiriendo alguna actividad vital de alguna plaga. Aún aprovechando al máximo las posibilidades que brindan métodos no-químicos para el manejo de plagas, en la mayoría de los casos, no se puede renunciar a la aplicación del control químico. Si es usado de forma apropiada puede cerrar las brechas dejadas por otras medidas. Es importante tratar de minimizar sus efectos secundarios negativos (**ver Cap. II.3**). Las medidas pueden tener carácter preventivo-protectivo o terapéutico. En el primer caso tratará de evitar el establecimiento de una relación-planta-plaga (profilaxis) o de disolver esta relación, antes de que se produzcan daños económicos o limitando estos a niveles tolerables (terapia) (ver umbrales, **Cap. IV.2.C.**) (H2). Por ejemplo, un fungicida protectivo actúa después de ser aplicado a la superficie foliar, impriendo la germinación de las esporas de hongos o el desarrollo de otras estructuras primarias, evitando así el establecimiento del hongo. En cambio, un insecticida protectivo impide la multiplicación de plagas insectiles al eliminarlas poco tiempo después de la infestación. Después de establecerse la relación planta-plaga los plaguicidas unicamente protectivos fallan y será necesario emplear ingredientes activos que penetran a órganos o partes de órganos (penetrantes o locosistémicos) o son absorbidos por la planta y distribuídos por el sistema vascular (sistémicos).

a) Ventajas:

Las ventajas del uso de plaguicidas, en el caso de los insecticidas, son obvias por ser de amplio uso en casi todo el mundo (A8):

- **espectro de usos**: se pueden controlar casi todos los tipos y etapas de plagas por existir por lo menos un producto eficiente para casi cualquier insecto importante (incl. vectores de enfermedades humanas);

- **control de varias plagas** a la vez por el uso de productos de amplio espectro o combinaciones de diferentes productos;
- **selectividad**: ciertos productos son más específicos que, por ejemplo, prácticas culturales;
- **fácil acceso y aplicación**: los productos son comercializados y usados aún en zonas apartadas, así como preparados de forma fácil y rápida;
- **acción rápida**: muchos productos tienen un efecto casi inmediato y puede notarse a pocas horas de la aplicación (efecto sicológico importante y a veces con valor práctico);
- **efecto independiente de la densidad** de la plaga;
- **faciles de suprimir:** las aplicaciones pueden efectuarse solamente en caso de necesidad y sin ser preventivas (como medidas culturales, fitogenéticas, etc.);
- **intensidad del impacto controlable** por cambio en la dosificación, formulación o método de aplicación; el nivel de control puede ser más alto que con casi cualquier otra táctica;
- **compatibilidad** de plaguicidas con otras tácticas;
- **amplia aceptación** entre técnicos y agricultores de todos los estratos sociales;
- **poca mano de obra** comparado con otras tácticas, especialmente en sistemas tecnificados;
- **efecto residual**: desde el punto de vista del productor, una alta residualidad es beneficiosa;
- **independencia de acción**: la aplicación ocurre a nivel de finca mientras que ciertas tácticas se aplican a nivel regional.

Dentro del contexto del surgimiento del MIP, las **limitantes y desventajas** del control químico son tan importantes, que ameritó dedicarle un subcapítulo aparte (**ver Cap. II.3**). Para reducir el impacto de efectos secundarios no deseados sobre el medio ambiente, según los conceptos del MIP, la aplicación de plaguicidas debería reducirse, darle un uso ser lo más adecuado posible y los productos ser lo más selectivos posibles (D2).

b) Clasificación de los Plaguicidas:

Los plaguicidas pueden clasificarse de diversas formas dependiendo de (A8, H2, C5):

- **el modo de aplicación**: polvos, granulados, concentrados emulsionables o emulsificables, suspensiones concentradas, concentrados, preparaciones no diluídas (fumigantes, productos para aplicaciones de bajo o muy bajo volumen), desinfectantes para semillas, preparaciones especiales (aerosoles, cebos, pomadas, fumigantes, etc.);
- **los organismos meta**: hongos (fungicidas), insectos (insecticidas, repelentes, esterilizantes químicos, atrayentes sexuales), ácaros (acaricidas), nemátodos (nematicidas), babosas (molusquicidas), roedores (rodenticidas), malezas (herbicidas), aves y mamíferos salvajes (repelentes);
- **estructura química:** fungicidas: inorgánicos (cúpricos, azufre y derivados, mercurio y derivados), orgánicos (carbamatos, quinonas, compuestos aromáticos, dicarboximidas, dinitrofenoles, benzimidazoles,

organofosforados imidazoles, triazoles, pirimidinas, etc.); insecticidas: organoclorinados, organofosforados, carbamatos, piretroides, botánicos etc.;

- **modo de acción**: plaguicidas de amplio espectro o plaguicidas selectivos; fungicidas de contacto o protectores y fungicidas sistémicos; insecticidas de contacto, de ingestión o de inhalación, sistémicos;
- **forma de acción:** fungicidas: inhibición de la producción de energía, sistemas metabólicos afectados, destrucción de la estructura celular; insecticidas: acción sobre el sistema nervioso, influencia sobre la actividad entimática e inhibidores de crecimiento; herbicidas: inhibición de la germinación o la fotosíntesis, trastorno en el crecimiento o de la respiración;
- **toxicidad:** categorías: I. extremadamente tóxico (señalización: etiqueta roja, calavera, palabra 'VENENO'), II. altamente tóxicos (etiqueta amarilla, palabra 'VENENO'), III. moderadamente tóxicos (etiqueta azul, palabra 'PELIGRO'), IV. ligeramente tóxicos (etiqueta verde, palabra 'PRECAUCION'), (ver también Cap. II.3.B y **Cuadro A1 y A2**).

Existe un gran cantidad de literatura que trata el control químico de forma detallada, especialmente el convencional, a la cual referimos al lector (A8, H2). A continuación se darán algunos ejemplos más específicos de ingredientes activos de insecticidas, algunos de los cuales también tienen efectos acaricidas y de otro tipo:

i) Insecticidas convencionales:

Los insecticidas sintéticos de amplio espectro generalmente actúan por contacto, ingestión o inhalación y generalmente son poco específicos, afectando negativamente a la fauna benéfica, con algunas excepciones como son los casos del uso de productos granulados aplicados al suelo o polvos incrustados en semillas. Entre los insecticidas convencionales tenemos principalmente a:

- **organoclorinados**: DDT y análogos, Hexaclorociclohexano, Toxafeno, Heptacloro, Clordano, Aldrin, Endrin, Endosulfan, etc.;
- **organofosforados**: Paratión, Metil-paratión, Demetón, Malatión, Acefato, Dibrom, Monocrotofos, Fosfamidón, Dimetoato, Diazinón, Meditatión, Clorpirifos, Azinfosmetil, Triazofos, Pirimifos-metil, etc.;
- **carbamatos:** Carbaril, Metomil, Carbofuran, Propoxur, Aldicarb, Butocarboxim, etc.;
- **piretroides:** compuestos similares a las piretrinas naturales: Aletrina, Permetrina, Cipermetrina, Deltametrina, Fenvalerate, Flucytrinate, Fenpropatrina, Bifentrina, Ciflutrina. etc.; y
- **otros grupos**: Abamectin, Amitraz, Tiocyclam, Etofenprox, Liafentiurón, etc.

ii) Insecticidas no convencionales:

En este grupo de plaguicidas se clasifican a productos con **modo de acción distinto** a los productos convencionales, por ejemplo el Imidacloprid, Diafentiurón y Pymetrozine (contra chupadores). Otros ejemplos de plaguicidas selectivos son el aficida Pirimicarb, los acaricidas Clorofentezin y Oxythioquinox. Por lo general su uso es más aconsejable para la integración en conceptos de MIP por ser más selectivos, menos

tóxicos y persistentes, pero generalmente también más caros. El mayor costo de muchos productos selectivos, así como su baja disponibilidad en el país, reduce su potencial para el manejo de plagas de difícil control. Es importante señalar, que la alta y prolongada eficiencia de algunos de estos productos hace que su empleo sea rentable, disminuyendo la frecuencia de aplicación y no interfiriendo con la bioregulación de plagas. Los insecticidas selectivos a menudo actúan sobre estadios inmaduros de las plagas, por no poseer generalmente un modo de acción de contacto, en especial contra los adultos (=vectores potenciales). En ciertas circunstancias tienen que ser empleados insecticidas de contacto, cuando se trata de evitar la immigración de vectores portadores de enfermedades a un cultivo susceptible.

Otro grupo con mucho potencial para el MIP son los derivados de las tioureas, que actúan como **reguladores de la metamorfosis o como la hormona juvenil** (Buprofezin, Clorofluazurón, Diafentiurón, Diflubenzuron, Hexaflumuron, Pyriproxyfen, Teflubenzuron, Metopreno, etc.). Son específicos para ciertos órdenes o familias de insectos y generalmente tienen pocos efectos sobre la fauna benéfica.

Dentro de este grupo también se incluyen a **detergentes insecticidas y a aceites minerales,** los que generalmente son de muy baja toxicidad y alta selectividad y efectivos contra numerosas plagas chupadoras. Sin embargo, repetidas aplicaciones de detergentes y aceites insecticidas (ej. minerales o del árbol 'nim') en altas dosificaciones, pueden, a pesar de su alta eficiencia como insecticidas, resultar en pérdidas de rendimiento, debido a efectos fitotóxicos (S2).

iii) Insecticidas microbiológicos y botánicos:

Hay autores que hablan de un **control bioquímico**, cuando se ingredientes activos de sustancias provenientes de plantas o de otros organismos que pueden tener efectos sobre los insectos. A pesar de tener sus particularidades (modo de acción, residualidad, etc.), estos 'bioplaguicidas' son compuestos químicos tóxicos a determinadas plagas y a menudo aplicados de la misma forma que los plaguicidas sintéticos. Se incluyen en este subcapítulo a **plaguicidas microbiológicos y plaguicidas botánicos**. Se citan numerosos ejemplos de la eficiencia de estos tipos de plaguicidas y su compatibilidad con el MIP. Los problemas a resolver consisten en la racionalización de la producción masiva de los compuestos, organismos o partículas virales, para poder competir con los productos químicos y como lograr formulaciones adecuadas para lograr un efecto prolongado y estable ante la relativa rápida descomposición o desactivación, especialmente por los rayos ultravioletas.

Los **plaguicidas microbiológicos** son a base de patógenos como hongos, bacterias, protozoarios, virus, etc., que provocan epidemias en las plagas meta y por lo general se caracterizan por una alta selectividad, baja toxicidad y residualidad. Algunos ejemplos de patógenos utilizados fueron mencionados en el capítulo sobre control biológico (**Cap. III.2.E**).

También existe un creciente potencial para el uso de **plaguicidas botánicos** dentro de estrategias de MIP. Miles de plantas, con leves hasta potentes propiedades plaguicidas, han sido reportadas y a diario se descubren más (B2, B3, S16, S17). Antes del descubrimiento y comercialización de los insecticidas sintéticos, se usaban comunmente insecticidas provenientes de plantas como *Ryania speciosa*, *Quassia amara*, *Derris* spp., *Pyrethrum cinerariifolium*, *Sabadilla* spp., *Tephrosia spp.*, *Nicotiana tabacum* (tabaco), etc., que

son el resultado de la evolución de mecanismos naturales de defensa contra el ataque de determinadas plagas. A partir de la década de 1940, los plaguicidas sintéticos desplazaron a los naturales, muchos de los cuales tienen un potencial para el MIP. Aunque desde el punto de vista de la selectividad y la toxicidad algunos ingredientes activos de plantas pueden ser tan peligrosos como numerosos plaguicidas sintéticos, generalmente la baja residualidad y el menor impacto sobre el medio ambiente, el usuario, el consumidor y los enemigos naturales de plagas, hacen que su ususea más favorable que la gran mayoría de productos sintéticos (organoclorinados, organofosforados, carbamatos, etc.).

Extractos de flores de piretro (*Pyrethrum* spp.), usados ya en el antiguo imperio Persa, siguen comercializándose en gran escala para jardines, hortalizas y fincas orgánicas en países industrializados. Sin embargo sustancias análogas, como los denominados piretroides sintéticos, son ampliamente utilizados por su efecto inmediato y costo relativamente bajo. Dentro de los plaguicidas botánicos, los extractos del árbol meliáceo 'nim' (*Azadirachta indica*) son de los más estudiados durante los últimos años, tanto a nivel mundial como en el país, a través del 'Proyecto Nim' (IPL-GTZ) y luego FAMA. De esta manera quedaron a nuestra disposición varios centenares de publicaciones, incluyendo diversos libros, memorias de congresos y numerosas tesis de posgrado, etc. El 'nim' ofrece una gran cantidad de usos potenciales, tanto como plaguicida para el MIP (artrópodos, nemátodos, cangrejos, hongos, bacterias, virosis, etc.) en cultivos, como para medicina humana y veterinaria, usos industriales (aceite, jabones, detergente, pasta dental, etc.) y como árbol para la reforestación de zonas secas y degradadas, 'rompevientos', fuente de leña y carbón, etc. (B2, B3, S17).Se estudió durante varios años en la R.D. el potencial de plaguicidas de nim de fabricación casera o semi-industrial para el MIP en tomate, maíz, repollo, berenjena, habichuela, molondrón, pepino y numerosos otros cultivos, llegando en algunos casos a sobrepasar las expectativas, especialmente contra numerosas especies de lepidópteros, y estadios inmaduros de algunos chinches, 'moscas blancas', áfidos, escarabajos y ácaros (**ver Foto 12**)(B2, S2, S17). Los efectos sobre las plagas susceptibles son muy diversos y dependen de la especie y la edad; aunque mayores son los efectos sobre estadios inmaduros: ovicida, deterrentes a la oviposición y alimentación, repelencia y luego de contaminarse por vía topical u oral, inhibición de la metamorfosis, defectos morfogenéticos, mortalidad, reducción de la fertilidad y vitalidad, etc. (S17). La ventaja de los extractos radica en la amplia gama de ingredientes activos que poseen, los cuales actúan de manera distinta y que se dificulta la adquisición de resistencia de las poblaciones de plagas expuestas frente a estos productos. Sin embargo, en algunos casos existen limitaciones para la integración del uso de plaguicidas de Nim, especialmente ante la presencia de problemas de virosis, por el umbral de daño excesivamente bajo, así como también en el caso de algunas plagas claves, en que la aplicación de estos productos no resulta rentable o por producir efectos fitotóxicos en algunas especies de plantas (S2, S18).

En el país existen en el mercado de agroinsumos productos de Nim producidos en el país (FAMA) o por compañías extranjeras. Además, en algunas comunidades rurales en el Suroeste, se aplican plaguicidas caseros de Nim contra una amplia variedad de plagas en diversos cultivos mencionados anteriormente. Los procedimientos para la obtención de los diversos insecticidas de nim y otros subproductos están descritos en Brechelt & Fernández (1995).

c) Observaciones sobre el Control Químico:

Dentro del control integrado en la R.D., en muchos casos y por razones diversas, es indispensable incluir el uso de plaguicidas sintéticos que no cumplen con los requisitos primordiales de baja toxicidad, baja persistencia, alta selectividad, etc. Pero en caso de que en el mercado no estén disponibles productos aptos para el MIP, hay que seleccionar aquellos que más concuerden con los principios del MIP o según las prioridades del productor o técnico. Así por ejemplo, a pesar de la relativamente baja toxicidad para animales de sangre caliente, algunos piretroides fomentan la adquisición de resistencias por plagas, eliminan a muchos antagonistas naturales, pueden fomentar el brote de plagas secundarias, como ácaros, son venenosos para peces y otros animales acuáticos. Otro ejemplo es el del Abamectin, un producto relativamente selectivo contra 'moscas minadoras' y 'moscas blancas', pero con una muy alta toxicidad oral aguda. Muchos productos comunmente usados en cultivos dominicanos por sus bajos precios (Monocrotofos, Metomil, Paratión, etc.), deben considerarse muy peligrosos para la salud, el medio ambiente, el agroecosistema. Justamente estos criterios son muy importantes para el MIP y se recomienda que todas las personas que deciden sobre cuáles productos serán utilizados, deben familiarizarse con las propiedades de los mismos. Hay que tomar en consideración que la protección de los agentes bioreguladores ha sido descubierta por numerosas casas productoras y distribudoras para su estrategia de mercadeo de plaguicidas, aún para muchos productos que no ameritan una clasificación de 'no peligroso' para ciertas especies (**ver Cap. VI.1, S26**). La clasificación de los plaguicidas es realizada bajo metodologías estandarizadas para cada grupo de benéficos, por ej. por grupos de trabajo de la 'Organización Internacional para Control Biológico' (IOBC) y la 'Organización Europea y del Mediterráneo de Protección de Plantas' (EPPO) (O1, H4) .

Es importante recordar, que los productos que hayan mostrado una cierta eficiencia contra determinadas especies plagas (por ej. piretroides, organofosforados, carbamatos, organoclorinados, etc.), deben usarse alternándolos con productos de diferentes modos de acción (organofosforados, hidrocarburos clorinados y jabones o detergentes insecticidas), dentro del marco de un **manejo de resistencias**. Dentro de las posibilidades, hay que dar preferencia a productos que afecten en la menor medida la bioregulación de plagas, como productos selectivos, granulados y sistémicos que actúen sobre todo por ingestión y menos por contacto.

Otro aspecto importante a tomar en cuenta es la **localización de la aplicación y la optima colocación o cobertura** del producto en áreas infestadas de la planta (**ver Foto 13**) ya que puede reducir considerablemente el costo de la fitoprotección, por reducción en la cantidad de pesticida aplicada y a su vez minimizar los efectos indeseados sobre el medio ambiente, los residuos y los artrópodos benéficos móviles. A muchos de éstos se le posibilita escapar hacia plantas no tratadas. En plagas cuya dispersión en un campo es relativamente lenta, basta aplicar productos en la(s) fila(s) exterior(es) que limita(n) el cultivo o en el borde por donde éstas emigran luego de su detección. Muchas veces es suficiente aplicar solamente a plantas individuales o grupos que muestren síntomas severos (por ej. de nemátodos). En **cultivos trampas** se puede tambien aplicar esta técnica cuando éstos estén sembrados en pequeñas áreas, adyacentes al cultivo susceptible.

La **hora de aplicación** también puede adaptarse a las necesidades. En cultivos que precisan de una fecundación por abejas u otros insectos en tiempo de floración, la aplicación de insecticidas con acción de

contacto (por ej. Endosulfan) se efectúa preferiblemente en horas del atardecer. Además, se permite a veces reducir la dosis, ya que el producto se mantiene cubriendo las plantas por más tiempo, sin volatizarse por falta del sol, aumentando así la eficiencia. Por el otro lado, hay que tomar en cuenta que las horas frescas del día coinciden con la mayor actividad de una amplia gama de benéficos.

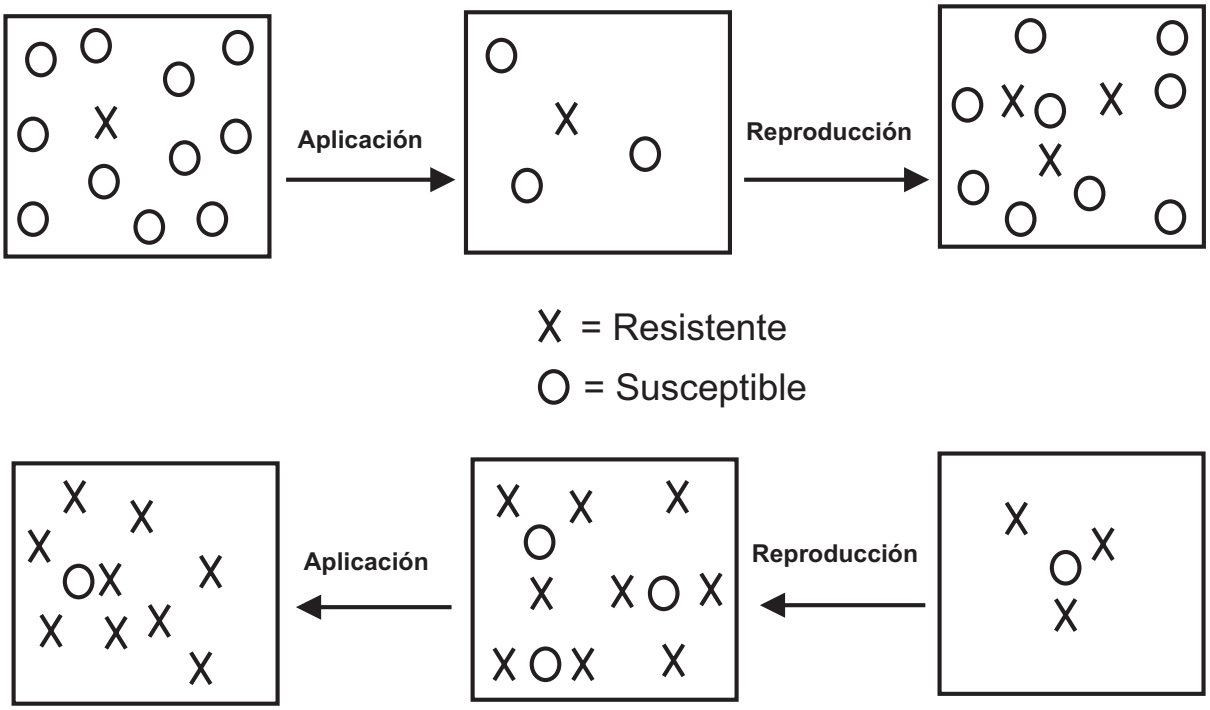


Figura 5: Secuencia de eventos en el desarrollo de resistencia a plaguicidas (Andrews *et al* . 1989)

IV. Medidas Acompañantes para la Introducción del MIP

Para poder integrar de una manera promisoria las tácticas del MIP descritas en el Capítulo III, se requiere de la presencia de determinadas medidas primordiales. Las primeras exigen el cumplimiento de las tareas sobre la protección vegetal por parte del sector oficial, mientras que las segundas requieren de una base de informaciones apropiadas, que tienen que ser el resultado del levantamiento de datos por medio de la aplicación de 'sistemas de monitoreo'. Ambos tipos de medidas serán ilustrados a continuación:

1. TAREAS DEL GOBIERNO EN LA PROTECCIÓN VEGETAL

La legislación sobre protección vegetal tiene que considerarse como la base de todas las medidas tomadas por las autoridades de un estado soberano, ya sea por intervenciones directas o por la introducción de regulaciones. Estas medidas incluyen:

- regulaciones de cuarentena;
- registro de plaguicidas y equipamientos;
- control de calidad de los plaguicidas y su formulación;
- control de residuos de plaguicidas en alimentos;
- control del mercado de plaguicidas;
- regulaciones sobre sustancias tóxicas;
- depósito o destrucción de plaguicidas indeseados y contenedores vacíos.

El objetivo de las regulaciones cuarentenarias es la prevención o contención de la difusión de plagas dentro de un país o la introducción de estas plagas al territorio nacional. Puede incluír medidas para evitar el traslado de 'nuevas plagas' a determinada región con la finalidad de proteger a cultivos existentes. En estos casos la importación y el transporte de plantas y partes vegetales infestadas o infectadas potencialmente están sujetas a regulaciones estrictas (D1).

Los requerimientos para el registro de plaguicidas fomentan la protección del usuario de estos productos y al consumidor. De esta manera solamente pueden ser registrados productos que mediante pruebas han demostrado:

- eficiencia contra los organismos meta;
- que su distribución y comercio con el producto no conlleva riesgos inaceptables para la salud humana y animal;
- usado en forma recomendada no provoca impactos negativos a la salud humana y animal, ni otros efectos inaceptables.

Los plaguicidas son registrados por un período limitado por una autoridad nacional independiente (en R.D. el Departamento de Sanidad Vegetal, SEA), luego de haber sido probados debidamente por instituciones internacionales o nacionales en algunos países. El registro puede estar restringido para el uso en determinados cultivos o temporadas, o por un grupo específico de usuarios (ej. servicio oficial de Sanidad Vegetal). En la R.D. generalmente no son conducidas estas pruebas como prerequisito para el registro de plaguici-

das, sino que se aceptan los resultados obtenidos por organismos de los E.U.A. (EPA) y de otros países industrializados (ej. BBA de Alemania).

Además del registro, existen requerimientos para los fabricantes y distribuidores con respecto a la distribución, el uso y el desecho de los productos. Especialmente en países en vía de desarrollo, la calidad inadecuada de muchos plaguicidas constituye un problema serio, tanto por las impurezas potencialmente peligrosas, como también por la concentración del ingrediente activo y la formulación del producto. Para asegurar un mínimo nivel de calidad es imprescindible realizar un constante monitoreo de los plaguicidas existentes en el mercado por una entidad pública. Estos controles, como todas las demás partes de la legislación sobre protección vegetal, deben estar sujetos a sanciones severas en caso de violaciones, que podrían llegar hasta el retiro de un registro otorgado (ej. por venta de productos no registrados).

Para reducir los riesgos relacionados con el comercio y almacenamiento de plaguicidas se utilizael otorgamiento de licencias a (re-)vendedores. Solamente los plaguicidas registrados y con sus etiquetas debidamente elaboradas y en sus envases originales deben ser vendidos. Las etiquetas deben contener una serie de informaciones específicas sobre el producto, su usos, los riesgos, comportamiento en caso de intoxicación, etc. La categoría de toxicidad se expresa por medio de símbolos y colores, de acuerdo a regulaciones de instituciones como la Organización Mundial para la Salud (WHO).

Un continuo control de los residuos en alimentos es necesario, con miras a minimizar el riesgo de los consumidores, expuestos a residuos no tolerables por la no observación de los períodos de carencia entre la última aplicación y la cosecha y/o por la aplicación de concentraciones excesivas. Un ejemplo negativo, observado en el valle de Constanza, constituye la aplicación de plaguicidas a vegetales como repollo, luego de la cosecha para llevárselos al mercado. Este tipo de prácticas solamente puede ser enfrentado efectivamente si los conocimientos sobre los residuos es llevado al agricultor a través de un servicio de extensión público o privado y por la aplicación de sanciones, en caso de detectarse anomalías.

En algunos países, los desechos de plaguicidas no deseados (vencidos, prohibidos, etc.), constituye un problema creciente para el medio ambiente, por lo cual se están introduciendo regulaciones y legislaciones al respecto (D1).

2. LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Como fue expresado en capítulos anteriores, la aplicación del MIP según Andrews & Quezada (1989c, A7) está sujeta a una serie de prerequisitos o fundamentos del 'edificio' del MIP, que son indispensables para el diseño e implementación de un programa de MIP. La importancia del conocimiento ecológico y la complejidad de factores envueltos para la aplicación del MIP es profundizada por Vandermeer (1996, V1). La aplicación apropiada de las tácticas de control se apoya sobre un mejor conocimiento del agroecosistema y en especial de los siguientes elementos (ver **Fig. A19**):

- la existencia y conservación del control natural;
    - conocimiento bioecológico de la plaga;
    - conocimiento de la relación plaga-cultivo;

  - conocimiento del sistema de producción; y el
  - entendimiento del contexto socio-político-económico.

- Es un elemento clave para el desarrollo de los programas de MIP en los trópicos que debe ser aprovechado al máximo y tomado en cuenta cualquier efecto negativo sobre el control biológico natural, en el momento de escoger una táctica de control.
- El conocimiento de la identidad, biología y ecología (incluyendo los 'puntos débiles') de las plagas nos permite intervenir de una forma más eficiente para reducir sus poblaciones o disminuír sus daños, seleccionando e integrando correctamente las tácticas más convenientes.
- Los conocimientos de la relación plaga-cultivo hospedero apoyado por procedimientos eficaces de muestreo nos permiten el desarrollo de umbrales de acción, facilitando la programación de las medidas químicas, biológicas y otras a tomar y permitiendo evaluar su efectividad.
- Un buen conocimiento del contexto agronómico permite decidir sobre la compatibilidad de una técnica determinada con el sistema de producción.
- El contexto socio-económico y político decide sobre el éxito de programas de protección vegetal, limitando la inducción de cambios de actitud que no sean comprensibles, económicamente viables y culturalmente aceptables.

A. Sistemas de monitoreo

Los sistemas de monitoreo, usando una metodología apropiada, deben proveer las informaciones requeridas para poder aplicar de forma apropiada los instrumentos del MIP, aplicando el concepto de niveles críticos (umbrales). Con esta meta, es necesario determinar el grado de infestación (ej. poblaciones de insectos y malezas) o infección (ej. hongos, virosis y bacterias), a través de muestreos periódicos de determinadas plagas y la actividad de sus enemigos naturales, estableciendo relación entre ambos y para poder estimar el daño potencial (D1). Además deben revelarnos las condiciones del cultivo y las variables ambientales. Un fitoproteccionista, al comparar los resultados de las muestras con niveles críticos derivados experimentalmente, puede decidir con un alto grado de certeza que medida terapéutica debe tomar, teniendo en cuenta el daño potencial que la densidad de una plaga puede causar al cultivo, así como los costos de control (A1).

a) Objetivos:

- el objetivo **a corto plazo** para tomar la decisión sobre si la fumigación u otra medida en un campo (lote) particular en un momento determinado es económicamente beneficiosa o no; y
- el objetivo **a largo plazo,** es obtener una base confiable de datos, mediante el análisis de informaciones agronómicas, económicas y sobre la infestación/infección recolectados en numerosos campos a través de prolongados períodos. Sobre esta base, las estrategias de control de plagas pueden ser elaboradas o ajustadas.

Dependiendo de los objetivos se requiere de diferentes procedimientos, ya que diversos intentos de cumplir con ambos objetivos a través del mismo monitoreo, han fallado en producir los resultados esperados. Las diferencias principales entre los datos requeridos se basan en:

- el número de monitoreos en el campo y su secuencia cronológica;
- la densidad de estaciones observadas por unidad de área;
- la calidad y cantidad de datos a monitorearse; y
- la disponibilidad del análisis.

Mientras que el objetivo a corto plazo puede ser logrado en un caso ideal por los propios agricultores, el segundo objetivo requiere de profesionales entrenados para tal fin. Sistemas de monitoreo de este tipo, por lo general no pueden ser ejecutados por fincas individuales, sino que deberían ser asumidos por instituciones públicas (ej. Departamento de Sanidad Vegetal o el Departamento de Extensión de la SEA., universidades, etc.), también por los altos costos que conllevan (D1).

Para nuestra latitud, los sistemas de monitoreo posiblemente más elaborados se reportan para los cultivos de arroz, maíz y algodón. En la R.D., existen unidades productivas aisladas (ej. citricultores, tomateros), que aplican sistemas de monitoreo; sin embargo, generalmente éstos no han sido desarrollados en el país, sino que son adaptados de sistemas aplicados en otros países, a menudo con problemas y condiciones muy distintas (ej. California, Florida).

b) Métodos:

El monitoreo o muestreo periódico de plagas se debe realizar en el campo de forma sistemática y referirse a una base comparable. Tiene que tener una máxima representatividad; es decir, debe ser un espejo de la realidad en el cultivo muestreado. Esto no es fácil de lograr, sobre todo cuando se trata de poblaciones de plagas que no están distribuídos de una forma más o menos homogénea, sino que aparecen en 'focos' (áfidos, chinches, enfermedades, etc.). Los datos analizados son recolectados a intervalos fijados previamente y en lugares especificados. Para que los datos sobre poblaciones animales, enfermedades de plantas y malezas puedan ser utilizados para la determinación de umbrales, tienen que cumplir con los siguientes requisitos:

- las estaciones de monitoreo deben estar distribuídas de la forma más regular posible sobre el área cultivada;
- mientras mayor es el número de controles, mayor es la seguridad en la evaluación (estimación) del ataque.

Existen diversas metodologías desarrolladas para cada país o región, grupo de plagas y numerosos cultivos, etc.los cuales dependerán de una serie de condiciones y requisitos. La selección del método va a depender principalmente del objetivo del monitoreo, de la disponibilidad de personal, del costo, del cultivo, de la especie de plaga, etc. En cultivos donde un plaga vector transmite enfermedades (ej. virosis), la aparición y la dinámica poblacional de adultos estará en primer plano; mientras que en cultivos, donde estos causan daños directos e indirectos o efectos fitotóxicos por la succión de la savia, nos interesarán tanto los estadios

inmaduros como los adultos. Para Centroamérica y el Caribe, se ha publicado una metodología sobre monitoreo basada en experiencias recogidas por el autor en el país (S8, H12).

Del equipo de campo encargado del monitoreo ('plagueros') y debidamente entrenado se requiere mucha eficiencia, honradez, objetividad y uniformidad en su trabajo, para poder comparar los resultados. La selección del método de muestreos tiene que tomar en cuenta para cada plaga monitoreada la distribución espacial en el campo (**Fig.A4**) y en la planta (estratos, ver **Fig. A5**). Dependiendo del tipo y características de la plaga (tamaño, locomoción, ubicación, etc.) los datos se recogen **al azar** directamente en el campo, o se toman muestras de tejido vegetal (hojas, frutos, etc.) y se transfieren al laboratorio, donde se realizan los conteos mediante el uso de un binocular, microscopio o lupa. Además, de esta forma, se obtienen los parasitoides que emergen de plagas parasitadas.

Técnicas y herramientas de muestreo:

- recuentos directos de plagas, antagonistas, síntomas de daños, etc. en la planta, hoja, etc.
- trampas de color pegantes (ej. amarillo para 'moscas minadoras' , 'moscas blancas', etc.; azul para trípidos);
- trampas de luz para insectos nocturnos;
- trampas de feromonas usando la atracción sexual de uno de los sexos;
- bandejas adhesivas de hojalata o aluminio;
- trampas de cubeta;
- otros tipos de trampas;
- recuento de síntomas causados por determinada plaga: ej. perforaciones en frutos u hojas, minas en hojas, agallas, lesiones, decoloraciones típicas, necrosis, etc.

Los datos obtenidos en muestreos periódicos tienen que referirse a la misma base (ej.: ácaros/cm², larvas/hoja, síntomas/planta, etc.). A menudo es importante distinguir entre estadios de determinada plaga o tamaño de síntomas o estimar el área devorada por una plaga, etc. En el último caso es posible establecer clases y captar la distribución en cada una de las categorías.

B. Datos Complementarios

La estimación del desarrollo de la dinámica poblacional de las plagas es sumamente dificil, por estar influenciada por una serie de factores bióticos (dinámica de poblaciones de enemigos naturales, competencia entre plagas y enfermedades, etc.) y abióticos (ej. cambios climáticos) poco predecibles. Para poder simular la dinámica poblacional de alguna plaga importante, en algunos países existen programas computarizados específico basados en datos obtenidos a través de un largo período y que incluyen un sin número de casos e interacciones. Estos programas recopilan los datos, incluyendo los metereológicos y son usados para el pronóstico de posibles ataques de plagas, enfermedades, etc. por los servicios oficiales correspondientes. Pero aún sin poder contar con estos programas, los conocimientos teóricos y/o la experiencia práctica de numerosos científicos, técnicos y/o productores, también permiten predicciones de ciertos eventos fitosani-

tarios, ciertamente a un nivel más limitado y a veces con mayores posibilidades que en el caso computarizado. De todas maneras se requiere de una fuente confiable y constante de **informaciones metereológicas**, por ser el clima el principal factor de influencia sobre la epidemiología de enfermedades de plantas, pero también sobre poblaciones de insectos plagas y sus antagonistas.

Para la aplicación de conceptos de umbrales de daño y de acción se necesitan una serie de informaciones adicionales, muchas de las cuales son subjetivas y /o requieren ser cuantificadas por el mismo productor, los técnicos que cubren la zona u otras personas. En muchos de los casos lo señalado resulta dificil sobre todo en zonas rurales en países en vía de desarrollo. Se trata sobre todo de informaciones sobre los **costos** de determinados **métodos de control** (ej. tiempo y personas requeridas, insumos o equipos disponibles, depreciación de equipos, etc.) y datos que permitan estimar el desarrollo de las poblaciones de plagas y sus enemigos naturales, así como los daños esperados en determinado momento bajo condiciones variables. En la **Figura A6** está representado un esquema sobre los diferentes factores internos y externos que inciden sobre la relación entre la densidad de una plaga y el **ingreso** que produce el cultivo al agricultor. Los datos sobre la estructura de costos y los **precios de mercado** de los productos agrícolas tienen que actualizarse. Se necesita conocer además la relación existente entre determinadas densidades de una plaga y los daños que pueden provocar los diferentes niveles. Estas informaciones resultan de estudios realizados, a través de un largo período de tiempo y tendrán que tomar en cuenta la especie de plaga, el material genético del cultivo (**variedad/híbrido**), entre otros.

C. El Concepto de los Umbrales

Un organismo herbívoro o de otro tipo, se constituye en una plaga, cuando ha alcanzado un nivel poblacional que es suficiente para causar pérdidas económicas. Estas pérdidas varían fuertemente en función de numerosos factores; por ejemplo dependiendo si una plaga provoca a la planta daños directos para alimentarse o indirectos por transmitirle alguna enfermedad; incide de manera inmediata sobre la relación entre la densidad de la plaga y la pérdida de rendimiento **(Fig. A8)**. El rendimiento es afectado de una manera mucho más brusca cuando se trata de un insecto transmisor de enfermedades (vector) **(ver Foto 1 y Fig. A9**)

Como uno de los pilares del MIP, Stern *et al*. (1959), considerados como los pioneros de este concepto, introdujeron lo que se conoce como el concepto del **'Umbral económico'** (UE, 'economic threshold'), basado en los principios del **'Daño Económico'** ('economic damage') y el **'Nivel de Daño Económico'** (NDE, 'economic injury levels'). Los NDE en el sentido de Stern *et al.* (1959) han sido desarrollados sobre todo, para plagas ocasionales o perennes, donde el monitoreo las evaluaciones y consecuentemente la terapia, son posibles y han sido aplicados. Sobre todo sirven para apoyar decisiones de manejo con objetivos a corto plazo, por ejemplo en una temporada o a nivel de finca. Los NDE tienen aplicación para todas las plagas y tanto para tácticas preventivas como curativas (P5).

Con la estimación de los NDE se persigue principalmente la definición de la 'pérdida económica' para un cultivo dado y el cálculo del (mínimo) nivel poblacional de una plaga dada que provocaría tal pérdida. En la literatura entomológica existe una gran confusión sobre el NDE y el UE o **'Umbral de Acción'** (UA), lo que ha llevado a interpretaciones erradas, tanto en el campo científico como en la práctica. Estos dos términos

han sido usados como si fueran intercambiables, a pesar de encerrar conceptos distintos. El NDE es la densidad poblacional de plaga en la cual el costo de combate coincide con el beneficio económico esperado del mismo. De ésta manera, la acción de control 'salva' una parte del rendimiento, la cual se estimaba perdida sin implementar la medida de control. El costo de la medida de control coincide con el valor monetario de dicho rendimiento 'salvado', si se aplica cuando la densidad poblacional alcanza el NDE (H6, F1, Z1):

$$NDE = D° = C/mP$$

D°= densidad de la plaga a la cual se aplica el plaguicida;
C = costo de aplicación (producto más mano de obra);
P = precio de venta por unidad de cosecha;
m = reducción del rendimiento causada por unidad de plaga (R4).

En la Figura A10 estan representados los niveles críticos de 3 plagas hipotéticas cuya relación entre la densidad poblacional y el ingreso para el agricultor varía, mientras el costo de control y el ingreso potencial es constante. El NDE variaría entre 1, 3 o 10 individuos de las 3 plagas, respectivamente (A4).

El UE o UA es generalmente definido como la densidad poblacional de la plaga en la cual el productor tiene que iniciar la acción de control, para evitar que la pobalción sobrepase en el futuro el NDE. Esto supone que hay un retraso entre la estimación de la densidad de la plaga (por monitoreo) y el control de la plaga. Para permitir un lapso de tiempo para actuar el método de control inicie, la UA se ubica a una densidad de la plaga menor que el NDE (ver **Fig. 6 y A11**).

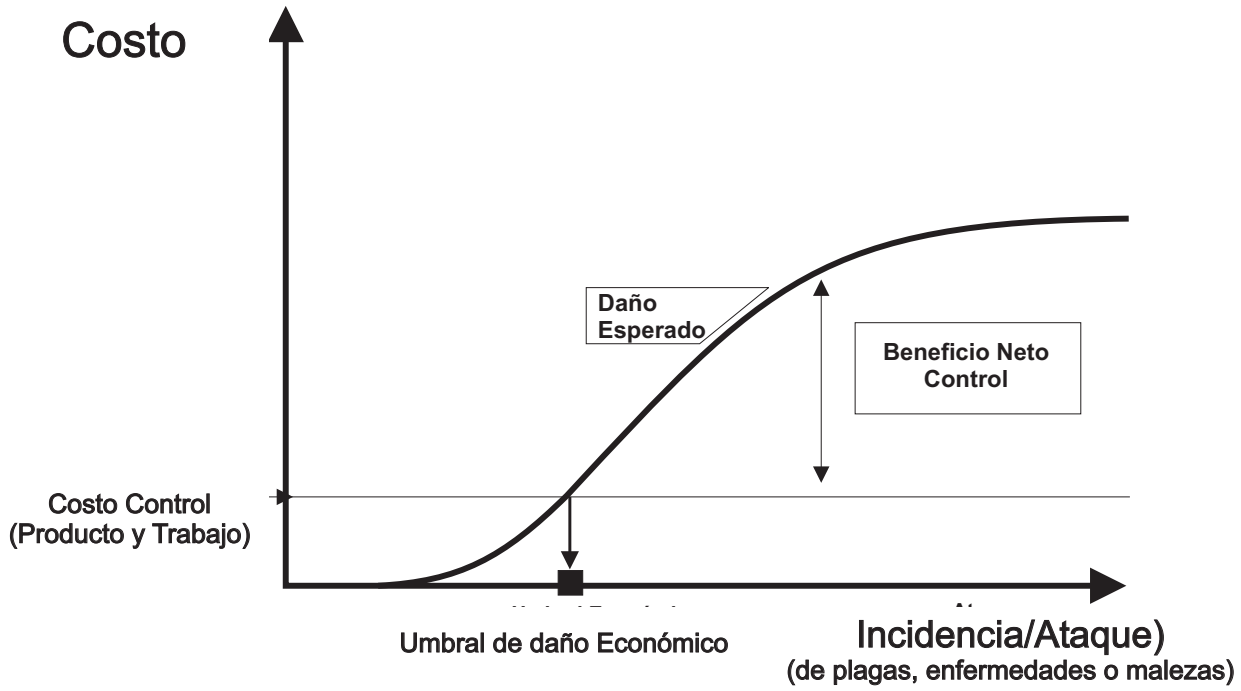


Figura 6: Umbral de daño económico y el beneficio neto del control.

El UE es sumamente dificil de determinar, porque requiere de una estimación precisa de la futura dinámica poblacional de la plaga, lo que por lo general toma años de investigación para predecir el crecimiento de una población.

Para determinar un UA, podrían intervenir otros criterios como los factores subjetivos difíciles de cuantificar, que el productor incorpora en el proceso de toma de decisiones (disponibilidad de recursos, nivel de riesgo aceptable, etc.). En cambio,el NDE se puede estimar con relativa facilidad y nos podría proveer un 'umbral provisional' que divida las acciones de control en dos grupos: las que se aplican con poblaciones de plagas por debajo del NDE **no son rentables** y las que se aplican con densidades por encima del NDE **son rentables**. Aunque no permite establecer el momento óptimo para realizar una medida, sí sirve para eliminar aplicaciones no rentables inecesarias.

La aplicación de **umbrales de daños económicos, económicos y de acción** requiere de un entendimiento especial de la relación entre plaga y planta (y eventualmente enfermedad transmitida) y un conocimiento detallado de las etapas críticas de desarrollo de las plantas, la dinámica poblacional de la plaga y sus principales antagonistas (monitoreo), el rendimiento de un cultivo en función de la densidad poblacional de una plaga (varía mucho dependiendo si es un vector o no) y factores climáticos que pueden influír sobre esta dinámica, etc. Esto permite estar en capacidad de prever la continuación del ataque al cultivo y estimar los daños que la plaga puede ocasionar, bajo las condiciones reinantes en el momento y luego de un cambio previsto. Requiere de numerosos y largos trabajos científicos, los que mayormente aún están por hacerse para adaptar los umbrales a las condiciones existentes en el país. En países industrializados son numerosas las informaciones existentes sobre los principales problemas fitosanitarios a través de años y se han desarrollado sistemas (computarizados), que indican a los productores cuándo y qué medidas tomar frente a un determinado problema.

Factores que influyen sobre el NDE:

Existen diversas publicaciones que describen la metodología para calcular el NDE en base a los datos requeridos y analizan su implicación práctica (H6, P5, S20). Lo que tiene que quedar claro es que, el NDE carece de un valor único y varía dependiendo de los costos, precios, etapas fenológicas, rendimientos, variedades, zonas y épocas del año (**Cuadro A7**). Esto indica un error muy común de querer establecer en cada cultivo un solo NDE, no variable para cada plaga. En caso de que cambien los precios, sería más conveniente publicar la fórmula que permitiría sacar el NDE actualizado o emitirlo periódicamente (H6). Rosset (1986) propuso producir una tabla de NDEs para cada año (**Cuadro A8**). Para cambios biológicos (época del año, variedad, clima, etc.), habría que realizar nuevos experimentos con la finalidad de estimar el nuevo valor m (ver fórmula anterior).

La susceptibilidad de una planta frente a una plaga depende, en gran medida, de la **etapa fenológica** en la cual se encuentra (ver **Fig. A14-16**). Hay etapas fenológicas en la cual una mínima densidad de una plaga puede causar una pérdida significativa del rendimiento, mientras que en otra etapa toleraría una alta cantidad sin efecto. Por ejemplo, durante la etapa de semillero, una sola 'mosca blanca' virulenta (portadora de virus) por planta, provocaría una pérdida total, mientras que estando en la etapa de maduración, toleraría docenas sin mayor efecto (S4). En la **Fig. A16** se ilustra en forma esquemática, la relación entre la densidad

de una plaga y el porcentaje del rendimiento perdido. La relación varía para cada una de las 4 etapas fenológicas y por lo tanto también el NDE correspondiente, el cual sería más bajo en la etapa IV, la más susceptible, y toleraría densidades de la plaga más altas en la etapa II (H6).

Resumiendo, la aplicación de estos umbrales es necesaria para determinar los niveles tolerables de plagas y en qué caso una medida de control de plagas se justifica económicamente. Al igual que para el el control biológico de las plagas, la incidencia de enfermedades como las **virosis transmitidas por plagas** insectiles (vectores), reduce de forma considerable estos niveles tolerables para el MIP (ver **Fig. A8**).

Otro factor a tomar en cuenta es la **subvención del precio de plaguicidas**, que no solamente existe en algunos países del área de Centroamérica y del Caribe. Rosset (1987) cita ejemplos de cómo el porcentaje de la subvención influye proporcionalmente a la reducción del NDE (ver **Fig. A1**). De acuerdo a la fórmula del NDE, es evidente que al reducir el costo de aplicación del plaguicida, sería económicamente racional aplicar plaguicida a una densidad menor de la plaga .

V. Integración

1. PROBLEMAS CON LA NO INTEGRACIÓN DE ELEMENTOS

Como se ha podido constatar en numerosos casos en la R.D., así como en otros países, el uso de medidas unilaterales para controlar plagas no siempre produce efectos adecuados ni permanentes. Usadas sin la debida integración con otras tácticas se pueden producir efectos antagónicos. Existen numerosos ejemplos a nivel nacional e internacional de casos donde la aplicación de diferentes medidas, en vez de complementarse, han producido efectos contraproducentes.

Uno de los casos más comunes es la interferencia del control químico con el control natural existente. Así en 1988 en la región Sur, se pudo constatar un fuerte brote poblacional de ácaros (*Aculops lycopersici*) en tomates tratados con el piretroide sintético Fluvalinate, para controlar larvas de la 'mosca minadora de hojas' y del 'gusano alfiler' (*Liriomyza sativae, Keiferia lycopersicella,* respectivamente). En este ejemplo, una plaga secundaria se convirtió en un problema económico. Antes había sucedido lo mismo con las dos especies de minadores mencionados, al eliminarse el amplio complejo de enemigos naturales de éstos, los cuales mantenían las poblaciones en un equilibrio. En adición, se seleccionaron razas resistentes a diversos insecticidas de amplio espectro empleados sobre todo para controlar gusanos (*Spodoptera* spp., *Helicoverpa zea*, etc.) que atacan el follaje y los frutos del tomate (S16).

Durante los años 1993-94, en la 'Línea Noroeste' aparecieron brotes severos de ácaros (*Tetranychus* spp.) en tomate, posiblemente debido al programa de control químico implementado contra el complejo 'mosca blanca'-geminivirosis (S4).

La aplicación calendarizada de fungicidas de amplio espectro (sistémicos y cúpricos) contra enfermedades de hojas en diversos cultivos ornamentales y vegetales en los valles montañosos de Jarabacoa, Constanza y San José de Ocoa, perturban a ciertos hongos entomopatógenos (ej. *Verticillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus*), que son efectivos controladores naturales de 'moscas blancas' (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia* spp.) (S5, S10).

Un problema similar podría ocasionar la aplicación masiva de ciertos fungicidas contra la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*), al eliminar hongos entomopatógenos controladores naturales de la broca del cafeto (*Hypothenemus hampei*) y del minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*) (D1). En este sentido, cabe mencionar que existen fungicidas selectivos que apenas afectan a los entomopatógenos y son considerados como compatibles con el control microbiológico o control biológico natural (R. Hall, com. pers.).

Por el contrario, se han observado casos de integración del control químico con el natural, donde la aplicación de insecticidas selectivos o de amplio espectro a concentraciones por debajo de las recomendadas, ha incidido en la infección de insectos chupadores (áfidos, 'moscas blancas' y otros) por entomopatógenos, aparentemente por haber reducido la resistencia de los insectos frente a éstos.

Estos ejemplos ilustran la necesidad de integrar distintas estrategias del MIP, de forma que en vez de obtenerse efectos antagónicos, se complementen y sean sinergísticas. Al igual que Andrews & Quezada (1989), otros analistas conceptualizaban para entonces el programa fitosanitario en Centroamérica como un edificio improvisado, que carecía de bases sólidas (**ver Figura A18**). El autor coincide con la misma situación actual del MIP en el país, a pesar de algunos avances obtenidos en los últimos años. Se impone la necesi-

dad de integrar tanto las tácticas entre sí como los prerequisitos y tácticas, la protección vegetal y producción. La integración tiene que ser llevada a campos más amplios, como se hará mención más adelante.

2. NIVELES DE INTEGRACIÓN

La combinación sensata de todas las medidas para la protección de un cultivo constituye la base del MIP. Los cultivos perennes son más adecuados en este sentido que los cultivos anuales. En cultivos duraderos se desarrollan comunidades biológicas que contribuyen a amortiguar frente a multiplicaciones excesivas de especies plagas. En cultivos de ciclo corto, este equilibrio apenas llega a establecerse por ser periódicamente perturbado. Por eso, generalmente se nota el éxito de la integración de tácticas después de un cierto tiempo, a veces años. Existen numerosos ejemplos exitosos en plantaciones de frutales a nivel mundial (A11).

Al igual que en otros países del área Centroamérica-Caribe, en la R.D. se ha empleado el término 'control integrado' tan pronto se ha intentado integrar a dos o más tácticas para el control de plagas y existe la creencia que necesariamente**,** aunque en forma lenta, irá dando paso al MIP (A7). Según Davidson (1978, cit. en A7) esto no es más que un 'control combinado' ya que el componente crítico del MIP es el enfoque de sistema, con decisiones que se hacen en base al monitoreo contínuo de los principales subsistemas de producción agrícola.

A continuación se presentará una metodología para conseguir la integración de los componentes entomológicos con la finalidad de enfrentar al complejo de plagas que atacan a los cultivos.

A. Integración de Prerequisitos y Tácticas

En nuestro medio generalmente abundan las respuestas unilaterales para solucionar algun problema con una determinada plaga agrícola, por ejemplo con una medida química, fitogenética o etológica. Sin embargo, en la mayoría de los casos se presenta la situación, en que ninguna de las medidas propuestas es capaz de resolver el problema por sí sola. La integración, por ejemplo, de la medida fitogenética (variedades tolerantes) con la biológica puede llevar a 3 posibles situaciones (**ver Figura A7)**:

la no aplicación de medidas incrementará la densidad de plagas a altos niveles causando daños económicos;

la aplicación de una medida aislada reducirá la población, pero aún así causarán daños económicos; y

la integración de ambas medidas mantendrá la densidad poblacional por debajo del Nivel de Daño Económico.

Relativo al caso de la integración de medidas biológicas y químicas, ha sido reportado en numerosos casos, por ejemplo (**Figura A7**):

- el control biológico aislado logró mantener la densidad de la plaga debajo del NDE hasta que en un momento dado se produjo un daño económico;

- el control químico aislado requiere de 5 aplicaciones ocasionales pero costosas; pero

con la integración de ambos, hubiese sido necesario una sola aplicación para mantener la población debajo del NDE.

La integración unicamente de tácticas no es suficiente. Los cinco elementos (prerequisitos) que conforman la base del 'edificio MIP' de la **Figura A19**, tienen que estar incluídos porque condicionan la selección de la táctica, el nivel y modo apropiado de su empleo y la coordinación de su aplicación. Estos prerequisitos explicados en Capítulo IV.2 son indispensables para el diseño y la implementación de cualquier programa de MIP, para evitar los problemas causados por la no integración de elementos (**Cap. V.1**) (A7, A11).

B. Integración de Disciplinas

El próximo paso consiste en la integración con enfoque interdisciplinario entre los campos de la entomología, nematología, fitopatología, virología, herbología, etc. (**Figura A19**), lo que no resulta facil, ya que tradicionalmente en América los fitoproteccionistas son especialistas en su área, existiendo pocos generalistas. La especialización ha fomentado un rápido avance en cada disciplina, pero no se han contemplado las interacciones peculiares de los problemas fitosanitarios. Como ejemplo se puede mencionar la interacción entre plaga, una planta hospedera y una especie de insectos, que puede ser un vector de virus, o el control de enfermedades fungosas en una planta con fungicidas que eliminan a hongos entomopatógenos, que antes controlaban a determinada plaga. La tendencia en el trabajo científico de la protección vegetal es de trabajos en equipos multidisciplinarios para enfrentar las complicadas interacciones del MIP.

C. Integración a Mayor Nivel

Se refiere a la integración de la **fitoprotección y la producción**, ya que el MIP constituye una parte esencial de la fitotécnia. La aplicación de actividades de producción (fertilización, riego, espaciamiento, época de siembra, etc.) pueden influir fuertemente en el éxito de medidas de fitoprotección, tanto de forma positiva (cuando son coordinadas), como negativamente cuando se ejecutan sin tomar en cuenta su dependencia mutua. Por ejemplo, una fertilización unilateral con nitrógeno, puede provocar un brote de áfidos o un riego por aspersión bajo ciertas condiciones puede provocar enfermedades de las hojas. Por el otro lado, también puede reducir significativamente la población de 'moscas blancas' adultas, haciendo inecesario la aplicación de insecticidas.

La integración a nivel de **agroecosistema** constituye el próximo paso. Tradicionalmente, las actividades de manejo de plagas se reduce a la de parcela o finca y solamente en casos excepcionales, se coordinaban a nivel regional o hasta nacional (ej. en la R.D. las medidas legales para el control de 'moscas blancas'-geminivirosis). Este último nivel también incluye las rotaciones de cultivos y se refiere a interacciones entre áreas manejadas de forma intensiva y extensiva dentro de regiones más ámplias (A11). Las siembras escalonadas en contra de la dirección predominante del viento, realizadas en la 'Línea Noroeste' para reducir el impacto del mismo complejo plaga, son un ejemplo de una integración acertada a más alto nivel.

Como lo ha demostrado el caso del complejo "mosca blanca"-Geminivirosis, broca del café, la cochinilla rosada de la cayena y otras plagas, se requiere cada vez más una cooperación internacional para enfrentar a plagas cuarentenarias para lo cual se han establecido diferentes redes a nivel de continente y hasta un nivel global (B6). El MIP solamente constituye un componente hacia la **agricultura sostenible** y los **cultivos integrados** o la fitotecnia (**ver Figura A19**) (D4, A2).

3. EJEMPLOS DE INTEGRACIONES

A. Manejo Integrado contra plagas de almacén

Se han hecho intentos de integrar diferentes tácticas para el MIP contra plagas importantes de maíz almacenado. Las estrategias de lucha contra el 'gorgojo del maíz' (*Sitophilus zeamais*) y el 'gorgojo mayor de los cereales' (*Prostephanus truncatus*), tienen que tomar en cuenta las interacciones entre prácticas de almacenamiento, variedades de maíz, la biología y comportamiento de las plagas y efectos de enemigos naturales para desarrollar variedades resistentes, dentro del marco de una práctica apropiada del almacenamiento (M1).

B. Manejo Integrado contra malezas

El tipo de control de malezas generalmente es ejecutado en función del cultivo, el área sembrada, las posibilidades económicas y tecnológicas del productor, el clima, tipo de suelo, etc. Los métodos más empleados son el químico y el mecánico. En el primer caso se distinguen el uso de herbicidas preemergentes, postemergentes y de suelo. El control químico predomina para establecer cultivos de áreas nuevas, además en ciertos cultivos especiales, así como en explotaciones grandes y/o de producción orientada al mercado interno o de exportación. El control mecánico, ya sea manual (ej. azada) o motorizado, es parte de la preparación del terreno para la siembra y se ejecutan pases posteriores durante la fertilización, el aporque directamente para controlar malezas. Las posibilidades de integrar otras tácticas en el manejo de malezas son sobre todo de carácter profilácticas, como son (A16, D3, K3):

- Selección del lugar apropiado para determinado cultivo;
- Rotación de cultivos con diferentes períodos de germinación y desarrollo, capacidad de competencia con malezas, diferentes requerimientos a la labranza del suelo y a labores de manejo, etc. (intentar mantener el suelo cubierto);
- Cobertura del suelo mediante el uso de abonos verdes, cultivos intermedios e intercalados, plásticos, 'mulch', etc.;
- Labranza del suelo adecuada para el suelo, clima, espectro de malezas, etc.;
- Uso de semillas certificadas (libre de malezas) y variedades con alto potencial de competencia con malezas y/o resistencia a plantas parasíticas (ej. 'fideíto', *Cuscuta* spp.);
- Período de siembra y espaciamiento (densidad de siembra);

- Fertilización armoniosa y bien localizada para apoyar el desarrollo rápido del cultivo (¡algunas malezas se aprovechan más!);
- Técnica de cosecha y destrucción de rastrojos y malezas remanentes para impedir la acumulación de semillas.

Dependiendo del clima y condiciones locales, también puede aconsejarse (A16, K2):

- Control de malezas, patógenos y nemátodos por de calentamiento del suelo mojado y cubierto por varias semanas con un plástico negro, expuesto a los rayos solares (solarización).
- Control térmico usando equipos especiales para flamear y destruír las malezas;
- Control biológico de malezas de tierra por medio de artrópodos (insectos y ácaros) y nemátodos y malezas acuáticas con mamíferos (manatíes, búfalos), peces (*Tilapia* spp., etc.) y artrópodos (K2).

En algunos casos y teniendo los conocimientos, es aconsejable aprovecharse de la competencia entre malezas así como entre malezas y cultivos. También puede ser más aconsejable dejar hierbas menos agresivas, para no seleccionar hierbas dificiles de controlar. Para el **control biológico de malezas** se citan casos exitosos en diversos países. Por ejemplo, cactus del género *Opuntia* introducidos a Australia en 1840, ya cubrían en 1925 alrededor de 25 millones de hectáreas en el norte del país. Luego del estudio de más de 100 especies de animales fitófagos, se introdujeron 23 especies. De éstas solamente se adaptaron 13, especialmente una mariposita de Argentina (*Cactoblastis cactorum*),significa un peligro, cuyas larvas minan el cactus fomentando pudriciones. Ya en 1936 se logró la recuperación de más del 90% del área (K2). La 'Yerba amarga' (*Parthenium hysterophorus*), una maleza proveniente de América tropical y común en la R.D., ha sido accidentalmente introducida en muchas zonas tropicales y subtropicales del mundo y fue controlada en la India,mediante la introducción del escarabajo *Zygogramma bicolorata* (Coleoptera: Chrysomelidae) en 1984 (J2).

4. LA TOMA DE DECISIONES

En teoría la toma de decisiones en el contexto MIP está basada en el concepto de umbrales de daño económico. De una manera simplificada puede servir la interpretación de la **Figura A20**, la que intenta dar una ayuda para decidir cuándo una medida de control es acertada y cuando no. Es conveniente su aplicación, cuando la población de la plaga traspasa el NDE. En caso de que el valor del daño sea menor que los costos directos e indirectos y los efectos secundarios de una medida de control, entonces no se justifica.

Sin embargo, la toma de decisión por ser subjetiva no es tan simple y depende fuertemente de una serie de factores socioeconómicos, de los cuales, los principales están representadas en la **Figura A2**1. Sobre la decisión del agricultor influyen la disponibilidad de factores de producción, la percepción de las plagas, los riesgos y las medidas de control, las actividades de producción y fitoprotección que inciden sobre el rendimiento y las entradas, así como la habilidad empresarial y presiones sociales.

Un problema lo constituye la determinación del valor de los componentes para el manejo de una plaga, para el cual existe un marco teórico sobre el que abundan Andrews & Quezada (1989a). Los criterios a usarse para evaluar las componentes, son las siguientes:

- eficacia,
- rentabilidad,
- factibilidad,
- esfuerzo humano,
- compatibilidad,
- externalidades, y
- continuidad.

De estos criterios, los cuatro primeros corresponden a un nivel microeconómico, limitados al contexto de la finca y del agricultor como individuo. Las tres restantes se refieren a un nivel macroeconómico, que sobrepasa los límites de la finca y toma en cuenta el contexto temporal, social, ecológico de la región y hasta del país (A7).

VI. La Problematica de la Protección Vegetal Dominicana

1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

A pesar de que en los últimos años el sector primario, la agropecuaria, ha perdido importancia en los aportes al producto interno bruto (PIB) de la República Dominicana, frente a los sectores de turismo y servicios así como del industrial, él mismo sigue jugando un papel primordial como fuente de empleos directos e indirectos (transporte, comercio, etc.); para la captación de devisas por concepto de la exportación de productos tradicionales y no tradicionales y como proveedor de materias primas para gran parte de la agroindustria. el sector de la agricultura y especialmente el área de la protección vegetal está sujeto a una serie de problemas que son típicos de zonas con agricultura intensiva, teniendo un conjunto de características particulares comunes con otros países en vía de desarrollo:

- una **cuarentena ineficiente** permite la introducción de nuevas plagas sin el complejo de enemigos naturales asociados; en algunos casos, éstos se constituyen en plagas claves (ver **Cuadro 9**);
- **uso unilateral del control químico** fomentando la selección de resistencias, eliminación de enemigos naturales, contaminación de usuarios, consumidores y el medio ambiente; limitación de la exportación de ciertos productos agrícolas por residuos de plaguicidas; mecanismos de subvención de agroquímicos; deficiente servicio oficial de extensión, favoreciendo la dependencia de asesoría permanente por parte de establecimientos de venta de agroquímicos, especialmente en productores de escasa formación.
- **carencia de investigaciones**, sobre todo las metodológicamente fundadas, sobre numerosos aspectos involucrados en la producción agrícola sostenible (ej. umbrales, métodos de control no convencionales como biológico y cultural, etc.), por lo cual a pesar de distintos esfuerzos el progreso en estos aspectos se halla estancado;
- **insuficiente adaptación y validación de metodologías** elaboradas fuera y dentro del país;
- **bajo nivel de conocimientos** por parte de la mayoría de los productores y técnicos sobre los problemas fitosanitarios, sus agentes y su biología, uso adecuado de agrotóxicos y sus riesgos, técnicas eficientes de aplicación y métodos alternativos de prevención y control, etc.;
- **apoyo institucional limitado** a pocos rubros y en zonas aisladas (ej. tomate industrial, tabaco, arroz, café, cítricos y otros cultivos), a menudo por inicitiativa o con cooperación del sector privado envuelto;
- **carencia de servicios de predicción** de problemas fitosanitarios y de asesoría en general ;
- **carencia de adecuadas rotaciones de cultivos** y cultivos sucesivos o escalonados observandose la repetición de los mismos cultivos en las mismas parcelas (o vecinas) a intervalos anuales;
- **poca variabilidad genética** en el material de siembra por el uso de relativamente pocas variedades o híbridos, lo que puede acelerar la pérdida de resistencias parciales ante determinadas plagas o enfermedades;
- **carencia de un control de calidad de agrotóxicos** para asegurar su eficiencia a corto, mediano y largo plazo;
- **esfuerzos aislados de integración multitáctico** de diversas estrategias de control fitosanitario basadas en conocimientos del agroecosistema, monitoreo sistemático, etc.
- **insuficiente cooperación interinstitucional** para el desarrollo de conceptos multitácticos adaptados a las condiciones socio-económicas del grupo meta.

Cuadro 10: Ejemplos de plagas artrópodas invasivas introducidas a la R.D. durante las últimas tres décadas (Serra et al. 2003, S12)

Año reportado	PLAGA	Nombre científico	Hospederos importantes
1975	'mosca blanca del tabaco'	*Bemisia tabaci ('biotipo A')*	vegetales, ornamentales, etc.
1978	'mosca blanca del invernadero'	*Trialeurodes vaporariorum*	habichuela, vegetales, vector (begomovirosis)
1978	'ácaro blanco del ajo'	*Rhizoglyphus robini*	ajo, cebollas, flores con bulbos
1979	'ácaro del coco'	*Aceria guerreronis*	coco
'80s	'ácaro blanco del ají'	*Polyphagotarsonemus latus*	ají y otros cultivos
1988	'm. bl. de la hoja plateada'	*B. argentifolii (o B. t. 'biotipo B')*	tomate y >500 spp., vector (begomovirosis)
1988	'trípido de la berenjena'	*Thrips palmi*	berenjena, vegetales chinos, etc.
1989	'gorgojo de cereales'	*Trogoderma anthrenoide*	arroz, trigo (establecido posteriormente)
1990	'chinche de encaje del aguacate'	*Pseudacysta perseae*	aguacate
1991	'caracol del arroz'	*Pomacea canaliculata*	arroz bajo riego
1993	'ácaro rojo'	*Tetranychus sp.*	tomate
1992	'mosca negra de los cítricos'	*Aleurocanthus woglumi*	cítricos
1992	'áfido negro de los cítricos'	*Toxoptera citricidus*	cítricos, vector ('Citrus tristeza virus', >1990)
1992, ?	'mosca minadora'	*Liriomyza trifolii; L. huidobrensis*	vegetales, flores, papa, etc.
1994	'polilla minadora de los cítricos'	*Phyllocnistis citrella*	cítricos
~1990	'trips de flores (del oeste)'	*Frankliniella occidentalis*	flores, hortalizas, etc., vector (TSWV°)
1995	'broca del café'	*Hypothenemus hampei*	café
1997*	'hiedevivo del tallo de arroz'	*Tibraca limbativentris**	arroz
1995	'ácaro de las abejas'	*Varroa jacobsoni*	abejas
1997	'cochinilla de la lechoza'	*Paracoccus marginatus*	cayena, yuca, croton, lechoza, etc.
1998	'ácaro de la panícula del arroz'	*Steneotarsonemus spinki*	arroz
2000	'mosca asiática del guandul'	*Melanagromyza obtusa*	guandul
2001	'psílido de los cítricos'	*Diaphorina citri*	cítricos, vector ('Citrus greening disease'°)
2001	'mosquita de las flores de orquídeas'	*Contarinia maculipennis*	orquídeas, tomate?
2002	'cochinilla rosada del hibiscus'	*Maconellioccus hirsutus*	Hibiscus spp., >200 spp.
2002	'araña africana de los cítricos'	*Cyrtophora citricola*	cítricos, arboles y arbustos

**según Pantoja (com. pers.) ya estuvo presente en el 1985.*

2. CASOS ESPECÍFICOS

Durante los últimos años, en la República Dominicana se han presentado diversos problemas fitosanitarios, algunos de seriedad. Para la superación de los mismos, se ha tenido que recurrir a la integración de diversos métodos de manejo de plagas, ante la ineficiencia de la aplicación unilateral de métodos aislados, especialmente con énfasis en el control químico. Sin embargo, existen pocos casos, donde se ha estado incursionando en conceptos del MIP propiamente dicho, por no aplicarse elementos primordiales contemplados según sus definiciones (por ej. umbrales económicos), como se señala en el capítulo correspondiente.

En este sentido cabe mencionar de forma ejemplar, los problemas fitosanitarios ocasionados por el complejo 'moscas blancas'-geminivirosis en tomate, el trips (*Thrips palmi*) en berenjena y 'vegetales chinos', la palomilla del repollo (*Plutella xylostella*) y la recientemente introducida 'broca del cafeto' (*Hypothenemus hampei*). Existen por supuesto otros casos de la aplicación exitosa de medidas de MIP, también en gran escala. Así por ejemplo, la compañía SAVIT, que produce guineos orgánicos para la exportación al mercado europeo, efectúa monitoreos sistematicos y aplica exclusivamente plaguicidas permitidos para este mercado exigente, tales como aceite agrícola con fungicida orgánico a base de extractos de semillas de toronja en aplicaciones aéreas contra la 'Sigatoka amarilla' (*Mycosphaerella musicola*=*Cercospora musae*) y micoinsecticida (*Beauveria bassiana*) en trampas contra los 'picudos negros' y 'gorgojos de la cepa' (*Cosmopolites sordidus, Metamasius hemipterus*, respectivamente). Para el control de nemátodos en el suelo se emplea un micoinsecticida comercial a base de *Paecilomyces lilacinus*.

El cultivo del arroz por su importancia socio-económica, como alimento principal, por las grandes áreas cultivadas por este rubro, el alto costo de producción y el impacto ecológico severo en algunas zonas cultivadas (asperciones aéreas, contaminación de habitantes de cercanías de los campos y canales de riego, etc.), sería un candidato ideal para la implementación de medidas del MIP. Sin embargo, actualmente en el país se están realizando intentos relativamente tímidos en esta dirección, como por ejemplo el uso de micoinsecticidas a base de *Metarhizium anisopliae* contra el chinche *Tibraca limbativentris* (Gandini, com. pers.). En los años de la decada del 1980, un proyecto que perseguía entre otras el MIP en arrozales de la zona de Bonao, fue lamentablemente descontinuado (Pantoja, com. pers.).

A. TOMATE INDUSTRIAL (LLANURA DE AZUA Y CIBAO OCCIDENTAL)

El cultivo de tomate industrial juega un papel socio-económico predominante en las regiones áridas y semiáridas bajo riego, especialmente en las llanuras de Azua, Barahona y del Cibao occidental, siendo la fuente de ingreso para más de 6,500 agricultores minifundistas y la principal actividad para cinco compañías agroindustriales. Además puede considerarse como uno de los principales motores de la economía en estas zonas, ofreciendo numerosos empleos directos e indirectos en lugares con altos índices de pobreza y subdesarrollo.

La 'mosca blanca del tabaco' (*Bemisia tabaci*, 'biotipo A') fue reportada desde la década de los '70 como plaga en la habichuela, causando sobre todo, daños indirectos por la transmisión de la geminivirosis 'mosaico

dorado del frijol' (BGMV), particularmente sobre todo en la llanura de San Juan de la Maguana (A19). A partir de la zafra 1988/89, aparece masivamente en cultivos de tomate, berenjena, melón y otros que anteriormente no o apenas sufrieron daños económicos. Como se pudo establecer posteriormente, se trataba de una raza o especie de reciente introducción, la 'mosca blanca de las hojas plateadas en las cucurbitáceas' ('silverleaf whitefly'), el 'biotipo B' de *B. tabaci* o *B. argentifolii*. Comparada con la primera, ésta se caracteriza por un rango más amplio de plantas hospederas (500 spp.), mayor grado de reproducción, resistencia a insecticidas, etc., lo que la constituyó en una plaga clave, causando el debilitamiento de las plantas por succionar la savia y cubriendo las hojas con una mielecilla colonizada por hongos de la fumagina (*Capnodium* spp.). Además provoca daños fitotóxicos como la 'maduración irregular de frutos de tomate' y el mencionado plateado de hojas. En la llanura de Azua las pérdidas oscilaron dependiendo de la finca, entre 25 y 50%, cosechándose frutos de mala calidad.

El autor determinó entre fines de 1988 y 1990, que los programas calendarizados de control químico con insecticidas de amplio espectro, ejecutados en fincas de parceleros por una compañía tomatera, no fueron eficientes contra la plaga, pero sí eliminaron a los chinches míridos (*Cyrtopeltis tenuis*), sus enemigos naturales principales y una plaga secundaria, disparándose las poblaciones de plagas por encima de los niveles de las parcelas no tratadas. Un control satisfactorio y una mayor rentabilidad relativa se logró en parcelas MIP con insecticidas selectivos a base de semillas de nim y otros, así como una reducción de la frecuencia de aplicaciones de 9 a 5 y hasta una sola en combinación con sorgo intercalado (S2, S3, S14). Una mayor presencia de enemigos naturales potenciales de 'moscas blancas', coccinélidos y crisópidos, fue determinada en un ensayo comparado con parcelas 'puras' de tomate, cuando hileras de sorgo o maíz fueron intercaladas a cierta distancia (ver **Foto 7)** (R2). Sin embargo, la preferencia de estos depredadores por los áfidos presentes en estas hileras, no permitió al autor comprobar estos resultados en parcelas grandes (S2). Cabe aclarar, que en este momento, los umbrales de daño económico fueron bastante altos ante la ausencia de geminivirosis transmitidas por 'moscas blancas'.

A recomendación de la 'Comisión Nacional de Manejo de Moscas Blancas', mediante resoluciones, la SEA reguló la época de siembra de cultivos hospederos de 'moscas blancas', prohibió la siembra de algodón y posteriormente de habichuela en la llanura de Azua y se implementó la destrucción de los rastrojos inmediatamente terminada la cosecha (A13).

A partir de 1990 aparecen los primeros síntomas de geminivirosis transmitidas por 'moscas blancas' en plantaciones de tomate (A21). Ya a finales de 1992, fueron detectadas en plantaciones de tomate industrial en la llanura del Cibao occidental (Santiago-Montecristy), síntomas de geminivirosis en aproximadamente 4,000 tareas, además de síntomas en plantaciones de tabaco rubio. Debido a la siembra de tomate industrial y de mesa durante practicamente todo el año, por recomendaciones de diversos expertos extranjeros y nacionales, la 'Comisión de Estudio, Prevención y Control Fitosanitario' planteó el control legal ('veda') en forma de un período libre de cultivos hospederos como parte del MIP, para reducir las poblaciones de la 'mosca blanca' como vector potencial, e iniciar la siembra de otoño-invierno, con poblaciones del insecto más manejables. La SEA establece mediante resoluciones periódicas la 'veda' de cultivos hospederos de *Bemisia* spp. (y virosis) durante tres meses (Junio-Agosto) y las modifica periódicamente introduciendo

cambios para zonas altas y cultivos de habichuela, tomate de mesa, etc. como una formal de evitar el desabastecimiento del mercado interno. Se incorporaron medidas como la regionalización, referente a la época de siembra, realizándose siembras escalonadas en contra de la dirección predominante del viento. A partir de finales de 1994, las resoluciones tuvieron cáracter nacional y ya no regional (Azua, San Juan de la Maguana, San José de Ocoa, Cibao occidental) (G5, A13).

Las pérdidas en cultivos de tomate industrial en las principales zonas tomateras fueron devastadoras durante las zafras 1992/93 hasta 1995/96, tanto en la llanura de Azua como en la del Cibao occidental. Los rendimientos del cultivo cayeron a niveles de 1.4-1.8 t/ha (20-25 qqs./ta). Numerosos parceleros y, a menudo, las plantaciones tuvieron que ser abandonadas por completo ante la infección temprana en el semillero. El impacto del complejo *Bemisia*-geminivirosis fue fomentado por diversas razones, como el incumplimiento de la 'veda' en algunas zonas, insuficiente protección de las plántulas en los semilleros y durante las primeras semanas hasta la floración, utilización de programas de control químico ineficientes, además de la falta o muy alto costo del material de siembra tolerante a la virosis, etc. Sin embargo, existieron plantaciones aisladas (ej. Fumica, Villa Vasquez), que en la zafra 1994/95 alcanzaron altos niveles de rendimiento por encima de 90 l/ha(125 qqs./ta), por la aplicación de medidas acertadas y una presión reducida del complejo plaga .

Durante las dos últimas zafras 1996/97 y 1997/98, los resultados para la mayoría de productores de tomate y las agroindústrias involucradas fueron satisfactorios. Aparte de la aplicación de las medidas legales, se empleó un paquete tecnológico más afinado, incluyendo la protección de semilleros por medio de invernaderos o túneles con mallas finas, mayor densidad de siembra, aplicación de insecticidas sistémicos y de contacto, eficientes hasta las primeras semanas después del trasplante y el uso de variedades e híbridos tolerantes al TYLCV, sobre todo en las siembras más tardías. Es conveniente aclarar, que los materiales de siembra tolerantes al TYLCV, aparte del alto costo, a menudo mostraban una alta susceptibilidad ante *Phytophthora* u otras enfermedades o no cumplían con los requisitos de calidad, ya que inicialmente correspondían a tomates de doble propósito provenientes de Israel, Holanda y los E.U.A., donde ya existían variedades/híbridos de tomate de mesa, altamente resistentes desarrollados para un mercado mucho más lucrativo.

La falta de estudios acompañantes imparciales y metodológicamente correctos, no permiten sacar conclusiones *a posteriori* del impacto de cada una de las medidas. El autor coincide con colegas entrevistados, sobre la incidencia de factores bióticos (equilibrio por el control natural) y abióticos (sequía prolongada seguida de lluvias torrenciales) en la reducción de los daños causados por el complejo *Bemisia*-TYLCV, por la fuerte reducción de las poblaciones iniciales y plantas infectadas por el virus a comienzos de la temporada (S10). La estabilización momentánea de la situación permite el estudio de técnicas alternativas, la revisión de las medidas legales, etc. para aumentar la rentabilidad del cultivo de tomate industrial, pero también con miras a la economía de todas las zonas afectadas y de los otros rubros producidos ahí.

Investigaciones:

En la búsqueda de soluciones a la problematica, participaron numerosos técnicos y científicos nacionales e internacionales afiliados a diferentes instituciones (SEA, PNMIP, FDA, JAD, ISA, UASD, Univ. de Florida,

Arizona, California, Wisconsin, etc.). El ISA desarrolló un proyecto de investigación a través del cual realizó diversos estudios sobre el rango de plantas hospederas del TYLCV y su vector, la dinámica poblacional de 'moscas blancas' y la epidemiología del 'virus del rizado amarillo de hojas de tomate' (TYLCV), identificado entonces por primera vez en el continente americano (P6). Se confirmó que era idéntico al TYLCV proveniente del Medio Oriente (N1). Se recomendaron las medidas para actualizar las medidas legales y acciones contra algunas plantas hospederas de la virosis y su vector (S4). Se determinó en fincas monitoreadas, que aún en zonas con una buena aplicación de la 'veda', por falta de una tecnología adecuada de manejo del problema fitosanitario, se produjeron fuertes pérdidas y que solamente plantaciones completamente aisladas, mostraron un retardo en la infección y obtuvieron cosechas rentables. Lamentablemente, los resultados de los estudios, practicamente no fueron aplicados en la país (**Cuadro A6**). Aunque aprobamos la aplicación de umbrales de daño económico por algunas companías del sector, cabe aclarar que estas tienen que ser elaboradas en el país tomando en cuenta sus condiciones especiales (precio, clima, poblaciones, etc.).

Con el auspicio de la FDA, el ISA realizó entre otros trabajos, la primera fase de un estudio de métodos alternativos de protección de semilleros diseñados para productores de escasos recursos, incluyendo barreras vivas de sorgo, bandas amarillas pegantes, cobertura de cáscara de arroz o de plástico amarillo o plateado, túneles de 2 materiales comparados con el insecticida sistémico Imidacloprid (**ver Foto 6**) (S10).Se presentó además la necesidad de realizar crías y liberaciones masivas de parasitoides de 'moscas blancas' para reducir aún más la sobrevivencia de vectores potenciales, durante períodos libre de hospederos de geminivirosis del tomate. Como parte del mismo proyecto se completó un inventario de A. Abud (JAD) sobre 'moscas blancas' y sus enemigos naturales a nivel nacional, incluyéndose además estudios de biología y tolerancia a insecticidas. El uso de insecticidas microbiológicos a base de hongos entomopatógenos no mostró los mejores efectos contra Bemisia sp. en campos de llanuras semiáridas, pero si en invernaderos, valles montañosos; y contra Trialeurodes vaporariorum existe un potencial (**ver Fotos 4 y 9)** (S5, S10).

Se requieren de otras investigaciones para mejorar la técnica de aplicación (ej. boquillas invertidas, mayor presión, etc.) y adaptarlas a los diferentes sistemas de cultivos de tomate existentes, para lograr una mejor cobertura del envés de las hojas, donde se localizan todos los estadios de la 'mosca blanca', y de esta manera, reducir los costos y el riesgo del desarrollo de resistencias (**ver Foto 13**). Es urgente la necesidad de realizar en las principales zonas tomateras y de producción de otros cultivos hospederos de 'moscas blancas', un estudio para determinar los niveles de resistencia en diferentes poblaciones, contra los principales insecticidas utilizados para el control de este insecto. Estos datos servirían para ejecutar un programa de manejo de resistencias. En el manejo químico de la 'mosca blanca' se ha recurrido a un limitado grupo de insecticida como Endosulfan, Bifentrina, Diafentiurón, Buprofezin, aceites minerales, etc. Entre 20 de los insecticidas comúnmente aplicados en cultivos de tomate industrial, solamente el inhibidor de crecimiento Buprofezin y algunos insecticidas biológicos a base de extractos del árbol del nim y hongos entomopatógenos pudieron clasificarse como no nocivos a parasitoides de "moscas blancas", *Encarsia transvena* siguiendo el método propuesto por la IOBC (H4, O1, S26). Sin embargo, el uso de un insecticida sistémico (Imidacloprid) ha sido uno de los principales pilares del paquete tecnológico aplicado en tomate industrial en la R.D. y otros países. En los E.U.A., Mexico la C.E. y otros países ya fue reportado el aumento de resistencias frente a este producto. Su pérdida posiblemente implicaría un retroceso para el manejo exitoso del complejo 'mosca blanca'-geminivirosis en éste y otros cultivos.

Resumen de la integración de tácticas logradas contra el complejo Bemisia-geminivirosis en el cultivo de to-*mate industrial*

Objetivos principales (1988/89):

- Reducir los niveles poblacionales del complejo *Bemisia*, como plaga directa y a partir de 1991/92 como vector de geminivirosis;
- Limitar la diseminación de las geminivirosis;
- Postergar al máximo la infección y diseminación de geminivirosis en el campo
- Recuperar y mantener un nivel de saneamiento en las zonas dedicadas al cultivo del tomate (+ frijol y otros cultivos hospederos);
- Recuperar la rentabilidad y estabilizar la producción;
- Aumentar la rentabilidad bajando los costos sobre todo del control químico, fitogenético y la protección de los semilleros con mallas finas.

Medidas integradas:

- **Control legal:** período limitado de siembra de cultivos hospederos, siembra escalonada regionalizada, eliminación de rastrojos, paquete tecnológico, créditos conforme a las resoluciones promoviendo cultivos alternativos durante la 'veda' (sorgo, maíz, plátano, etc.);
- **Control químico:** insecticidas sistémicos (apl. semilla y al suelo 'soil drench', granulados y foliares) y de contacto;
- **Control fitogenético:** uso de variedades e híbridos tolerantes a geminivirosis con la desventaja de un alto precio, algunas susceptibles contra enfermedades de hoja o con frutos de mediana o baja calidad);
- **Control cultural:** incorporación de rastrojos al suelo, aumento de la densidad de plantas, eliminación de siembras directas, etc.
- **Control físico-mecánico:** empleo de mallas finas para proteger los semilleros en invernaderos o túneles, mejoramiento de la técnica de aplicación;
- **Control biotécnico:** bandas amarillas pegantes en el semillero y trampas para monitoreo;
- **Control biológico:** medidas aumentativas (líneas de sorgo o maíz) para fomentar el control natural aún ineficiente;
- **Monitoreos:** de las principales plagas del tomate periódicamente realizado en fincas sobre todo de las agroindústrias. (**ver Foto 5**)
- **Coordinación a nivel nacional:** comisión de expertos de diferentes instituciones oficiales (SEA, PNMIP) y privadas incluyendo la FDA, JAD, las agroindústrias y universidades.

Observaciones:

Según la opinión de algunos especialistas entrevistados, solamente en el caso del tomate industrial, el MIP en la R.D. traspasó las fincas o líneas políticamente y socialmente, con la existencia de un programa discutido por una comisión integrada por especialistas nacionales e internacionales, representando a diversas compañías e instituciones oficiales y privadas. El programa de control integrado en tomate industrial llevado a cabo entre las agroindustrias, los productores, la SEA y el PNMIP (SEA-JAD-FDA), ha tenido sus logros. Sin embargo, hay algunos componentes, que deberían ser mejorados para avanzar hacia un verdadero sistema MIP en este cultivo:

- Descansa basado basicamente en 3 tácticas: legal, químico y fitogenético;
- sistema de monitoreo sin unificación entre las regiones, compañías, productores;
- aplicación de umbrales empíricos ante la falta de umbrales de acción investigados en el país;
- aplicaciones calendarizadas de insecticidas durante las semanas iniciales;
- papel poco importante del componente del control biológico;
- falta de análisis del balance económico a nivel de las regiones del país afectados por el control legal ;
- algunos sectores impusieron su política por encima de recomendaciones científicas e intereses de sectores menos influyentes (ej. melón, ají picante, etc.).

B. CÍTRICOS (LLANURAS DE VILLA ALTAGRACIA Y DEL ESTE)

En los últimos años la producción de cítricos en la R.D. se ha incrementado notablemente por plantaciones establecidas por empresas agroindustriales que producen jugos y concentrados. En 1993, el país contaba con alrededor de 10,000 ha. sembradas de cítricos (*Citrus* spp.), de las cuales, más de las dos terceras partes (1993: 423 productores) estuvieron localizadas en la Región Este del país. Como plagas más importantes se reportaron la 'vaquita de la caña' (*Diaprepes abbreviatus*, Coleoptera: Curculionidae), además el 'ácaro tostador' (*Phyllocoptruta oleivora*), sumándose hace varios años el 'áfido negro de los cítricos', *Toxoptera citricidus*, como una plaga clave por ser el transmisor más efectivo de la enfermedad llamada ' tristeza de los cítricos' (J1,J3). Esta enfermedad afecta sobre todo árboles cuyos patrones fueron de naranja ágria (*Citrus aurantium*). La enfermedad llegó a causar estragos en diversas zonas del Caribe y en Venezuela, pero hasta la fecha, no ha tenido un efecto tan devastador en el país. Sin embargo, recientemente se ha obsevado un significativo de la enfermedad, sobre todo en plantaciones de cítricos en la región este. Una estrategia de control de la 'tristeza' consiste en la 'vacunación' de plantas susceptibles con aislados blandos del virus, evitando de esta forma la propagación de aislados severos (Borbón, com. pers.). Actualmente se están injertando diversas variedades sobre patrones resistentes, para gradualmente sustituir los árboles susceptibles.

Se realizó un sondeo de los principales enemigos naturales del 'áfido negro'; encontrándose hongos entomopatógenos, depredadores (*Cycloneda sanguinea*, *Chrysopa* spp.) (J1). El autor colectó parasitoides del

áfido *Toxoptera aurantii* pertenecientes al género *Pachyneuron* (Hym.: Pteromalidae) (Evans, com. pers., Serra, no publ.).

Además fue reportado en 1994 la introducción del 'minador de las hojas de los cítricos' (*Phyllocnistis citrella*), que en breve se extendió por todo el país, causando severas defoliaciones en brotes nuevos, sobre todo en viveros y plantaciones jovenes de cítricos, llegándose a retrasar las plantaciones. Esta plaga originaria del Este y Sur de Asia, está ampliamente distribuída a nivel mundial; es difícil de controlar por vía química por el efecto relativamente corto, los costos y el impacto sobre los enemigos naturales (F4, T3). Durante los primeros años el control biológico fue ineficiente y además perturbado por aplicaciones de insecticidas químicos. Sin embargo, actualmente el nivel de parasitismo se ha incrementado en muchas regiones del país. Los insecticidas selectivos a base de *Bacillus thuringiensis* y extractos de nim, muestran efectos sobre larvas del minador sin afectar a los parasitoides (Serra, no publ.). Con el auspicio de la FDA, el Laboratorio de Control Biológico de la UASD ejecutó investigaciones sobre los controladores biológicos del minador, detectándose los parasitoides de los géneros *Elasmus* (Hym.: Elasmidae), *Horismenus*, *Cirrospillus* y *Aprostocetus* (Hym.: Eulophidae) (F4, T1). Como medida cultural, en la China y Vietnam se efectúan podas de los brotes tiernos bajando así la población de la plaga (T3). Ademas furon realizadas investigaciones con diferentes cepas de nematodos entomofílicos para el control de larvas de *Diaprepes* (C1).

Con respecto al control integrado en cítricos en la R.D., se ha podido avanzar sobre todo con respeto a la vaquita. Su importancia se debe a las pérdidas provocadas en plantaciones comerciales por destruír árboles y plantaciones enteras, de no contrarrestar la alimentación de las larvas en las raíces, en donde su control por medio de insecticidas es difícil. Por su alto costo pone en peligro la rentabilidad en la producción de cítricos. por ejemplo la resiembra constante para sustituír a los árboles dañados (J3). Por medio del control químico, con granulados al suelo, con duración hasta 3 meses o aplicaciones de soluciones, se logra en la mayoría de los casos una eficiencia menor al 50%, no resultando rentable. Desde 1990 las agroempresas citrícolas (los Consorcios Citrícolas Dominicanos y del Este, Oscar de la Renta, etc.) han apoyado junto a la FDA la realización de diversos estudios sobre parasitoides (*Ceratogramma* sp.) y hongos entomopatógenos (*Metarhizium anisopliae, Beauveria bassiana*) controladores naturales de esta plaga y la puesta en práctica de programas de MIP. En Villa Altagracia, en terrenos del Consorcio Cítricos Dominicanos, se decidió establecer un laboratorio de cría masiva del hongo entomopatógeno *B. bassiana* en sustrato de arroz, que ataca de forma natural a las larvas de *Diaprepes* en el suelo y que es utilizado para inocular ('vacunar') la tierra de las plántulas del vivero, antes de ser plantados en el campo. En 1994 se produjeron 19 toneladas de arroz con esporas de hongos, suficiente para tratar casi 1,400 has., pero esto es aún solamente un tercio de la demanda de la compañía (Méndez, com. pers.).

En plantaciones de cítricos de Central Romana se aplica al suelo un micoinsecticida comercial a base de *Beauveria bassiana* para controlar a la 'vaquita'. Además se reportó un control efectivo del 'minador de hojas' con dos aplicaciones de un insecticida microbial a base de *B. thuringiensis* (Gandini, com. pers.). En una investigación ejecutada en la UASD con apoyo del INRA, la FDA y compañías citrícolas, se determinaron y evaluaron 6 especies de parasitoides (familias Eulophidae y Elasmidae) del 'minador de hojas de los cítricos' encontrados, incluyendo su biología, dinámica poblacional en varias zonas citrícolas del país. El parasi-

toide *Horismenus* sp. (Eulophidae) resultó ser el más frecuente; además se detectó una importante fauna de depredadores (coccinélidos, crisópidos, reduvíidos y formícidos) (T1). En la actualidad, el problema con el minador ha disminuído un poco a nivel nacional, gracias al aumento de sus parasitoides asociados y a su diseminación por el territorio nacional.

En la Regional Este, el PNMIP está manejando un laboratorio de cría masiva de antagonistas de la 'vaquita de los cítricos' (*D. abbreviatus*) en áreas del Consorcio Citrícola del Este. Jiménez & Díaz (1993) reportaron éxitos en el control de la 'vaquita' mediante la liberación masiva del parasitoide de huevos *Tetrastichus haitiensis* (fam. Eulophidae), que resultó como la especie más frecuente. Los autores recomiendan liberaciones masivas y periódicas para reducir eficientemente las poblaciones de la 'vaquita' (J3).

C. ORNAMENTALES Y HIERBAS AROMÁTICAS (JARABACOA)

Para analizar la situación de cultivos ornamentales para el valle de Jarabacoa y zonas contiguas, se visitaron a tres unidades productivas de la zona: Agroindustria del Valle, C.xA., Bohío Agroindustrial, C.xA., Flores de Jarabacoa, S.A.; la última incluye también un componente de hierbas aromáticas. Todas las compañías exportan sus productos, aunque suplen también al mercado interno. Para competir a nivel mundial, los requerimientos de calidad son altos y por lo tanto, el control fitosanitario constituye un componente importante dentro del manejo de determinados cultivos, abarcando entre 10 y 30 % de los costos de producción, siendo en la mayoría de los casos, la partida para la mano de obra la más importante. Los productos de exportación están sujetos a regulaciones de cuarentena vegetal del país de origen (preinspección generalmente poco severa) y sobre todo del país destinatario, que en casos de plagas cuarentenarias pueden ser sumamente severos. Las partidas de flores infestadas con este tipo de plagas (ej. 'moscas blancas' u hongos del género *Puccinia*) o por encima de niveles permitidos son a menudo retenidas (24 horas), para tratamientos cobrados al exportador o destruídas por los servicios de cuarentena del país destinatario, causando pérdidas a menudo cuantiosas al exportador por deterioro o daños del producto o atrasos en la entrega. En los E.U.A., los controles y las fumigaciones de las flores importadas se arrecian en temporadas de abundante producción con miras a favorecer a los productores nacionales.

Debido a la fuerte competencia con países de América Central y del Sur, la sobrevivencia de la producción de flores de corte y ornamentales, así como también para hierbas aromáticas en la R.D., va a depender de la adaptabilidad del subsector a las exigencias del mercado internacional, en cuanto a contaminación del producto con residuos de plaguicidas y la adopción de medidas de MIP. También se persigue de esta forma reducir los costos de producción. De forma general, en la producción de ornamentales no pueden tolerarse reducciónes en la calidad. Por esta razón, los umbrales económicos de daños en flores de corte de alta calidad (para exportación) pueden en algunos casos situarse en cero, lo que dificulta el implemento de las medidas del MIP. Plantas ornamentales vendidas en potes tienen que estar libres de infestaciones o infecciones al momento de la venta, porque solamente así perduran y el comprador no adquiriere plagas que pudieran poner en peligro a otras plantas de su propiedad (A11).

a. Ornamentales

Agroindústria del Valle

La compañía con este nombre maneja un jardín de 27 ha (bruta), de las cuales, el 85% corresponde a los cultivos de *Liatris*, *Aster* blanco, *Solidaster*, *Solidago*, *Gerbera*, crisantemos, anturios, girasol, nardos, *Limonium*, *Hypericum*, y *Celosia*. En años anteriores, los problemas fitosanitarios fueron casi exclusivamente manejados con medidas químicas; sin embargo, los problemas fueron agravándose en algunos cultivos, especialmente durante la temporada 1995/96 con 'moscas blancas' (*Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci*), trípidos (*Frankliniella occidentalis*), ácaros (*Tetranychus* sp.) y enfermedades fungosas (*Botrytis*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Puccinia*, etc.). Una partida importante de flores tuvo que ser vendida en el mercado local; en el caso de los crisantemos , cerca de un 100% por la decoloración de los pétalos causado por los trips. Bajo esta circunstancias la compañía se vió obligada a modificar su sistema de producción e introducir medidas de MIP, contratando a expertos a corto y largo plazos (F. Reyes, com. pers.).

El desarrollo de las flores y la presencia de plagas en las mismas es inspeccionada por monitoreos diarios o interdiarios por personal entrenado. En el monitoreo se utilizan también trampas azules (para trips) y amarillas ('moscas blancas', moscas minadoras). Estas medidas permiten la cosecha de flores abiertas en las cuales se alojan los trips y la programación de fumigaciones. Para el manejo de las principales plagas no se aplican umbrales de daño para determinar la necesidad de las fumigaciones, pero existe un plan tentativo de aplicación, desarrollado bajo la premisa de un ataque significativo según niveles preestablecidos:

a) alto - aplicación siempre; b) medio - aplicación a veces y localizada; y c) bajo - solamente contra plagas agresivas en la prefloración y variedades susceptibles ('moscas blancas', *Puccinia* sp.).

La necesidad de efectuar o no una aplicación depende además de la fase crítica, la cual ha sido establecida para cada cultivo. En la programación de las aplicaciones se toma en cuenta la rotación de grupos de ingredientes activos para el manejo de resistencias. Como criterio de selección, la toxicología aún juega un papel insignificante comparado con el precio. Como medida preventiva del control químico se desinfecta el suelo con bromuro de metilo por lo menos anualmente. Se han incorporado algunos plaguicidas selectivos y toxicológicamente aceptables, pero a veces más caros aunque aún predominan productos de amplio espectro que inhiben los efectos positivos de los primeros. Por ejemplo, un estudio realizado por el ISA en *Gerbera* sp, demostró la eficiencia de micoinsecticidas a base de hongos entomopatógenos y hongos existentes de forma natural para el control de 'moscas blancas' cuando no son inhibidos por la aplicación de fungicidas incompatibles (S10).

Se han incorporado medidas alternativas de control como el físico-mecánico, varietal (ej. variedades resistentes a enfermedades) y otras. Como medidas de control biotécnico se usan bandas pegantes azules y amarillas. Se intenta fomentar al control natural por medio de controladores biológicos (parasitoides, crisópidos, hongos, etc.). Como parte del control cultural se eliminan los tallos enfermos y rastrojos para ser incinerados o convertido en composto eliminando los patógenos (por ejemplo: *Sclerotinium*) (F. Reyes, com. pers.).

Bohío Agroindustrial

La compañía con este nombre tiene una finca ubicada en el paraje Salto de Buenavista, en Jarabacoa. Está sembrada con 40 ha de flores de corte para exportación como *Liatris* morada (85%) y blanca, gladiolos, azucena, girasol y otras. Los problemas fitosanitarios de la *Liatris* son diversos, y se presentan enfermedades de almacenamiento (*Sclerotinium* y *Penicillium*); de suelo (*Rhizoctonia* y *Fusarium*) y de la flor (*Botrytis*), sobre todo en épocas calientes con abundantes nubes y lluvias.Se presentan pocos problemas con insectos como trips y gusanos. Las informaciones para la programación de aplicaciones de plaguicidas se obtienen de muestras de flores cosechadas. Como se sembró *Liatris* sucesivamente en la misma área durante varios años, se presentaron malezas perennes como el 'coquillo' y la 'suelda consuelda' (*Cyperus rotundus* y *Commelina erecta*), lo que hace imprescindible un control químico en presiembra. Luego de 10 años de esta práctica, hay indicios de resistencia contra algunos herbicidas por parte de dichas malezas. Las parcelas nuevas son desinfectadas con bromuro de metilo y herbicidas. La esterilización del suelo conlleva el 20 al 25% de los costos de producción y aproximadamente un 16% de los costos totales. Se están haciendo experimentos para comparar y mejorar la eficiencia de diferentes métodos de esterilización, incluyendo la cobertura del suelo con plástico para mejorar el efecto de las aplicaciones. Existe el interés de integrar otras medidas de control para depender menos del control químico, pero faltan los conocimientos prácticos sobre alternativas y no se quiere correr riesgos (Flambert, com. pers.).

Contra las enfermedades se efectúan aplicaciones calendarizadas y 2 a 3 supervisiones semanales. Las flores seleccionadas con respecto a tamaño y color, son inspeccionadas para determinar la presencia de plagas; se toman ; paquetes al azar y se sacuden sobre un vidrio. En caso de detectarse plagas repetidas veces se aplica Diclorofos en el cuarto frío previo a su envío, un insecticida muy volátil.

Otros jardines

En el Jardín BFJ se está manejando el trips de las flores (*F. occidentalis*) en el cultivo de *Aster* sp., asperjando un micoinsecticida a base de *Entomophthora virulenta*. La empresa Flordom aplica preventivamente al momento de la siembra un micoinsecticida a base de *Trichoderma linorum* contra las enfermedades del suelo (*Rhizoctonia*, *Sclerotinium, Pythium, Phytophthora*), suprimiendo poco a poco al bromuro de metilo, un plaguicida altamente peligroso para el ambiente. Al igual que otras empresas se están aplicando micoinsecticidas además de productos convencionales para el control de plagas insectiles (Gandini, com. pers.)

b. Hierbas aromáticas

Hasta 1991/92, la compañía Condimex estuvo operando en el país una plantación de hierbas aromáticas orgánicas, tomates y cucurbitáceas. Sin embargo, tuvieron entre otros, problemas con la disponibilidad de insumos agrícolas aceptados para este mercado con altos requerimientos para los productos, sobre todo por la prohibición del uso de abonos minerales y de plaguicidas, excepto algunos insecticidas poco tóxicos y persistentes, como los biológicos. Además, las plantaciones se vieron sometidas a la presión de plagas provenientes de parcelas vecinas manejadas exclusivamente de forma convencional con plaguicidas químicos (Kiefer, com. pers.).

La compañía **Flores de Jarabacoa, S.A.** tiene dos fincas, una en Bonao (con 9.5 ha sembradas de hierbas, ajíes picantes, girasol y flores tropicales) y la otra en Sabaneta, Jarabacoa (12 ha, 40% de hierbas y 60% de flores). Actualmente, en esta finca se producen, además de las flores de corte como *Liatris*, 15 diferentes hierbas aromáticas, para exportación (98%), ej. menta, albahaca, saturejo, perejil, salvia, cebollín, romero, eneldo, tomillo, etc. En los cultivos de hierbas aromáticas el costo promedio para el control de plagas y enfermedades constituye un 12% de los costos de producción, sin incluír el control de malezas. Como principales plagas se reportaron ácaros, chinches, 'moscas blancas', minadores de hoja, trips, coleópteros (*Diaprepes* sp.) y enfermedades de suelo (*Fusarium* spp.), cuya presencia e importancia varía según el cultivo. Una plaga insectil de mucha importancia es el trips (*Frankliniella* sp.), que puede reducir la productividad en 90 hasta 100%. Siendo una plaga cuarentenaria, no puede haber individuos sobre partes vegetales exportadas, ya que se corre el riesgo del rechazo y consecuentemente la pérdida del envío. Hace 3 años en el cultivo de menta, se presentaron altas poblaciones de una cochinilla harinosa (Homoptera: Pseudococcidae), aparentemente proveniente de plantaciones de cítricos adyacentes. El control químico con insecticidas convencionales resultó dificil e ineficiente. La aplicación periódica (cada 15-20 días) de insecticidas selectivos a base de aceites agrícolas aumentó la productividad en casi 100%, reduciendo además los costos de control en un 20%. A menudo las aplicaciones de plaguicidas son localizadas, dependiendo del resultado de las observaciones efectuadas periódicamente. Según el cultivo, se han integrado desde hace 5 años otras tácticas como la utilización de coberturas plásticas, primero negras, luego blanco/negras, para el control de malezas y enfermedades provenientes del suelo. Se estableció una rotación de cultivos, por lo menos cada 2 años, aunque las áreas disponibles y la demanda del mercado, no permiten una rotación más sistemática.

D. VEGETALES (CONSTANZA, LLANURAS)

En este subcapítulo no se pretende enumerar los problemas fitosanitarios existentes en cultivos de vegetales en la R.D. y las tácticas de control aplicables dentro de conceptos del MIP, sino presentar un proyecto auspiciado y ejecutado por la compañía de agroquímicos Novartis Agro, S.A.. (Reyes, com. pers.).

El valle de Constanza (1,200 msnm) denominado anteriormente como 'Jardín de los vegetales' y áreas aledañas ubicadas en la Cordillera Central, se ha caracterizado en las últimas décadas como la zona de producción de vegetales frescos (ajo, cebolla, repollo, apio, rábanos, lechuga, etc.), frutales de clima subtropical y templado, papas, habichuelas, auyamas, ornamentales, etc. gracias a las condiciones climáticas favorables y la fertilidad de los suelos, relativamente alta. Gran parte de la producción es consumida en la capital y otras grandes ciudades. La productividad ha sido considerada como una de las mayores del país lograda con una alta dependencia de agroquímicos sintéticos (ej. abonos minerales, plaguicidas, etc.). Algunos de los cultivos intensivos estuvieron enfrentando una presión de plagas relativamente alta. Consecuentemente, las poblaciones de plagas han estado expuestas, desde hace como dos décadas, a una alta presión de selección, debido a una frecuencia de aplicación de agrotóxicos y dosificación cada vez más alta en algunos cultivos, especialmente en la habichuela, papa y en vegetales como repollo y ajo, incrementándose notoriamente la resistencia frente a los plaguicidas más empleados y los costos de producción. Hasta

1991, en el cultivo hortícola más importante, el ajo, se realizaban alrdedor de 25 aplicaciones de insecticidas por cada temporada. Además, la bioregulación de las plagas por sus enemigos naturales estuvo fuertemente inhibida ocasionándose periódicamente aumentos masivos de plagas claves como la 'mosca blanca' del invernadero (*Trialeurodes vaporariorum*), moscas minadoras de hojas (*Liriomyza* spp.), gusanos (*Spodoptera exigua*),trips y la 'palomilla del repollo' (*Plutella xylostella*) y otras. Los problemas asociados al abuso del uso de plaguicidas químicos (ver Cap. II.3.) ha influido para que al valle de Constanza se le denomine como el 'Valle de la muerte'; por la forma negativa como ha afectado a la población. Ante esta situación, a comienzos deL 1990, surgieron voces en la sociedad exigiendo hasta una prohibición completa de la producción de vegetales en el valle de Constanza, responsabilizando a los usuarios, vendedores y fabricantes de agroquímicos y productores de vegetales.

El Programa FST:

Ante esta situación, en 1992 se inició el programa denominado 'Farmer Support Team' (FST) que incluyó los aspectos de (M6):

- excavación de sitios de desecho de los envases vacíos de plaguicidas, tradicionalmente esparcidos en los alrededores de campos y casas;
- campaña de concientización en las escuelas sobre 'seguridad de plaguicidas", como asignatura;
- protección mejorada de cultivos para beneficio de los agricultores para reducir el costo financiero y la contaminación ambiental;
- sustitución del calendario de aplicación por fumigaciones específicas, de acuerdo a niveles críticos económicos (NCE) establecidos conjuntamente con técnicos del servicio de extensión oficial;
- campaña de información a agricultores y vendedores sobre la escogencia conveniente de productos orientados a determinado problema;
- mejoramiento de las técnicas de fumigación con la introducción de un equipo mejor adaptado;
- reducción del uso de plaguicidas a través del monitoreo de plagas y enfermedades por un equipo de 'plagueros' entrenados (3-5) pagados por los agricultores. Estableciendo el momento óptimo de la intervención de acuerdo a los niveles económicos; en 1994/95 se llegó a reducir en un 50% la frecuencia de aplicación en un 40% del área sembrada de ajo.
- Relaciones con vendedores y agroservicios, ofreciendo discusiones sobre las ventajas del FST a largo plazo y asistencia profesional para la reorganización de sus establecimiento de acuerdo a estandares internacionales (GIFAP).
- Conciencia pública a través de la diseminación de los resultados en las diferentes actividades. El programa FST fue galardonado por la ONG UNIDOS, que evaluó 2,000 proyectos sobre sostenibilidad de desarrollo.
- Nuevas actividades: desde 1997, el programa FST se ha expandido hacia 5,000 has. de la zona tomatera.

E. CAFÉ (LADERAS DE CORDILLERAS Y SIERRAS)

La inclusión del cultivo de café como un caso para el MIP se debe al potencial que ofrece el control integrado de la 'broca del café' (*Hypothenemus hampei*) , la plaga más importante a nivel mundial. Esta plaga de reciente introducción al país se extendió en los años 70 y 80 a casi todos los países productores de café en América Central y del Sur. Por tratarse de un problema aún bastante reciente para la R.D., no existen aún suficientes informaciones sobre estrategias integradas exitosas.

El cultivo de café reviste una gran importancia socio-económica en la R.D. por depender del mismo más de 372 mil dominicanos activos en la producción, comercialización y procesamiento de este producto. Ofrece empleos directos a 300 mil personas; la mitad de la mano de obra en la recolección es de mujeres rurales. Además contribuye con un 50 a 75% al ingreso total de los hogares en zonas cafetaleras (F3). Para la protección de los recursos naturales en las zonas montañosas en ladera, juega un papel primordial, al tratarse de uno de los pocos cultivos perennes de amplia extensión (150 mil has. en manos de 60 mil productores; el 94% con menos de 6 has.), lo que ha contribuido a frenar la masiva deforestación en estas zonas. Además de generar alrededor de un 20% de las divisas por concepto de exportaciones agrícolas , para el período 1994-95 se colocó en el segundo lugar de los productos agrícolas, con 675 mil quintales de café verde (F3).

Sin embargo, durante los últimos años, la producción de café en la R.D. ha sido seriamente afectada por problemas de política económica, agrícola, tecnología y por falta la de una estrategia de desarrollo sostenible, ademas de los problemas de mercadeo (F3). La propagación de la 'roya del cafeto´ (*Hemileia vastatrix*) y la introducción en 1995 de la 'broca del cafeto' se vieron favorecidos por deficiencias en el sistema de cuarentena vegetal externo e interno y la falta de respuestas acertadas en el momento de su detección. A esto se suman las condiciones existentes en la mayoría de las plantaciones. Se estima que alrededor del 85% de los cafetales tienen edades de más de 30 años. La 'broca' al igual que el café es originaria de Africa y fue reportada en Brasil en 1913. En la década de los '70 se diseminó en América Central, siendo hasta hace poco Costa Rica el único país del área, libre de esta plaga, gracias a una eficiente cuarentena vegetal (S23). Con una rápida diseminación a prácticamente todas las zonas cafetaleras del país, el complejo de plagas redujo la producción nacional y sobre todo también la cantidad de granos exportables y aumentó los costos de producción en siembras de numerosos productores. La 'broca' tiene un desarrollo óptimo en cafetales a 800 a 1,000 msnm y apenas causa pérdidas a alturas mayores de 1,500 msnm (G6). La 'broca' amenaza la sostenibilidad de la caficultura dominicana, lo que causaría un impacto socio-económico y ecológico en las zonas afectadas, sobre todo en las zonas más bajas.Los adultos del insecto como las larvas, ocasionan daños al perforar los granos de café dentro del fruto, siendo estos además infectados por patógenos que causan su pudrición (S22). A simple vista no se distingue de la 'Falsa broca' (*Hypothenemus seriatus*), presente en el país con anterioridad y que solamente perfora la pulpa que envuelve los granos.

En el país el impacto de la 'broca' ha ido aumentando, ante la falta de aplicación de medidas acertadas en muchos casos. Así por ejemplo se reportó que en un cafetal en la zona de Juncalito, en la cual durante dos años no se ejecutó ningún tipo de medidas fitosanitarias, las 'varillas' (ramas con inflorescencias), presentaban una infestación de un 100% (Gandini, com. pers.). La aplicación de estrategias de MIP empleadas en otros países latinoamericanos como Colombia, Ecuador, México y Nicaragua (S21, B5, G6, R8),los cuales

han tenido que convivir con esta plaga durante años, está mostrando primeros resultados en fincas aisladas en nuestro país. Diversos autores recogieron en forma de artículos, folletos, etc las informaciones más importantes sobre la 'broca' y su control. (F3, G6, S23). En 1996, FAMA sugirió el desarrollo de acciones de capacitación y divulgación para técnicos y productores así como la ejecución de proyectos de asistencia técnica, aplicando esquemas y modelos que permiten un seguimiento y evaluación de las actividades programadas, incluyendo la participación activa de los productores en la generación, validación de tecnologías. Con la participación del sector oficial (S.E.A., Comisión del Café, UASD) y privado (FDA, JAD, FAMA, Asociaciones de caficultores y procesadores, etc.), se han dado pasos en esta dirección, por ej. con la ejecución de una cosecha fitosanitaria.

El control biológico de la 'broca' está en estudio por el Laboratorio de Control Biológico de la UASD. Para esta finalidad, se ha introducido el parasitoide *Cephalonomia stephanoderis*, proveniente de Africa Ecuatorial, el cual ha mostrado cierta eficiencia en varios países centroamericanos y Colombia, pero no así en un estudio realizado en el Ecuador (S21). En Nicaragua es multiplicado masivamente y liberado a razón de 1 adulto/4 'brocas', consiguiéndose una reducción significativa de la infestación inicial (G6). Los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarrhizium anisopliae* pueden jugar un papel importante en el control biológico de poblaciones de la broca y deben ser considerados como componentes importantes en un esquema de MIP. En Colombia se han desarrollado métodos para la producción masiva de estos hongos, tanto a nivel artesanal en sustrato de arroz para ser reproducidos por los agricultores como a nivel industrial, produciendo formulaciones en cooperación con la indústria privada. En 1996 existían 5 laboratorios que producían micoinsecticidas comercialmente. El efecto positivo de los hongos sobre poblaciones de la broca fue establecido a través de dos estrategias: una de introducción, exitoso en todas las áreas donde no existían de forma natural y la otra como un componente del MIP (B5).

La lucha contra la 'broca' incluye medidas culturales como la fertilización periódica para manejar la floración y reducir la floración temprana y los frutos prematuros, los cuales deben ser cortados, ya que sirven como refugio al insecto. Además se recomienda el control de malezas para un mayor aprovechamiento de los fertilizantes y el manejo o regulación de la sombra y poda, para reducir la humedad excesiva en el cafetal y permitir la entrada de la luz y aireación (S23). La recolección sanitaria es un componente, cuya rentabilidad fue establecida en América Central y consiste en la limpieza total de frutos remanentes en las plantas ('repela') y en el suelo ('pepena'). Los frutos recolectados suelen ser sumergidos en agua caliente por 5 minutos (G6). Cabe señalar que los rendimientos de la recolección sanitaria generalmente no cubren los gastos, pero hay que considerarla como una inversión como medida de control que requiere de mucha mano de obra. Sin embargo, el experto colombiano Jaime R. Londoño durante una exposición en 1996, llegó a la conclusión de que la cosecha fitosanitaria no resultó ser ni efectiva ni rentable en café caturra colombiano en 1994.
Para el control químico se recomiendan aplicaciones de Endosulfan,ya que produce un efecto prolongado en la mortalidad y además efectos repelentes (S21). Guharay & Monterrey (1997) recomiendan el uso de Endosulfan solamente para plantaciones muy atacadas donde medidas biológicas y culturales no funcionaron por su alta toxicidad a mamíferos y peces (G6). Resultados comparables, aunque con una duración más reducida, fueron también registrados con el uso de insecticidas botánicos a base de semillas de nim (*Azadirachta indica*, Meliaceae) en el Ecuador (S21). La compatibilidad de extractos de nim con los hongos

B. bassiana quedó determinada en diversos estudios y se recomendaron aplicaciones alternadas (F3, R8,S21).

En el Ecuador, Klein-Koch y Miranda (1990) desarrollaron una fórmula para calcular el umbral económico en el control químico, tanto para el café 'Arábico' (*Coffea arabica*) como el 'Robusta' (*Coffea canephora*), en el cual la 'broca' no ocasiona la caída prematura de los frutos (S21). Sponagel (1994) lo utilizó para determinar que bajo los niveles de ataque y la estructura de precios existentes en 1991, en la Amazonía de Ecuador con cafetales mayores de 15 años, el control químico con 2 aplicaciones anuales no era rentable, hasta no aumentar el rendimiento en más de un 200% del promedio de la zona, o los precios a nivel del productor ascendieran en casi un 400% (S23). Sin embargo, en la R.D. existen numerosos cafetales con niveles productivos relativamente altos, donde la aplicación de determinadas medidas de control resultarían rentables. Sería importante determinar los umbrales económicos para las medidas aplicadas así como medir su impacto.

Como componente biotécnica o etológica, existe la posibilidad de distribuír trampas semioquímicas en los cafetales (por ej. 30/ha, Nicaragua). Como atrayente sirven extractos etanólicos o metanólicos de frutos maduros de café. Las trampas capturan a adultos pero son efectivas solamente cuando no hay frutos disponibles en los cafetales. La 'broca' puede desarrollarse en diferentes especies silvestres y en guandul (*Cajanus cajan*) y logra refugiarse en varias otras especies, por ej. leguminosas (G6).

Como ejemplo de la aplicación de conceptos del MIP en el cultivo de café, citaremos a la finca propiedad de la compañía Agroindustria Hermanos. Ramírez ubicada en Jarabacoa. El concepto aplicado por la compañía incluye las siguientes medidas (Gandini, com. pers.):

- manejo de la floración a través de la fertilización;
- poda sistemática para facilitar la recolección;
- monitoreo de poblaciones de la 'broca';
- dos aplicaciones de micoinsecticidas a base del hongo *Beauveria bassiana* entre 120 días después de la floración y el final de la cosecha;
- recolección sanitaria con personal fijo;
- en el futuro, posiblemente aplicación al suelo, de un micoinsecticida a base de *Metarhizium anisopliae* después de la recolección sanitaria.

No fue posible obtener datos económicos para evaluar el concepto MIP aplicado, sin embargo, los resultados fueron considerados como satisfactorios por la compañía.

VII. Plan para la Institucionalización del MIP

La institucionalización y diseminación del MIP tiene que ser impulsada paralelamente al desarrollo del sistema del manejo de plagas y tiene que estar basada en los principios definidos para el MIP. Esto es necesario para cimentarlo y generar condiciones para su libre uso y desarrollo.

1. OBJETIVOS

Como regla general, los proyectos de MIP tienden a tener la misma meta, la cual consiste en que los productores agrícolas de una región o un país cambian o mejoran sus prácticas de protección de plantas, a favor de un enfoque integrado, con la finalidad de obtener rendimientos estables a largo plazo y/o que reduzcan de forma sostenida los costos fitosanitarios. Los impactos de proyectos de MIP pueden ser medidos a nivel de fincas individuales y de la economía regional o nacional (D1).

En nuestro caso, **la implementación, institucionalización y diseminación del MIP en la R.D. a un más amplio nivel** como objetivo principal, tendría que ser fomentada a través del cumplimiento de objetivos parciales. Entre los principales señalaríamos los siguientes:

- **Creación o fortalecimiento de la conciencia** sobre conservación de los Recursos Naturales, Protección del Medio Ambiente y de la Salud Pública, Protección Vegetal, etc. y sus interacciones para los agricultores, técnicos, políticos, empresarios y la población en general.
- **Ofrecimiento de paquetes tecnológicos de MIP** para los agricultores para una serie de cultivos prioritarios y condiciones determinadas, que sean ecológicamente, económicamente y toxicológicamente viables así como socialmente aceptables;
- **Reducción de la dependencia del control químico de plagas agrícolas** para evitar los problemas secundarios relacionados;
- **Reducción del impacto negativo del control químico** sobre los aplicadores, a consumidores de productos agrícolas, el agroecosistema y el medio ambiente en general;
- **Creación y fortalecimiento de un marco institucional adecuado** para poder lograr los objetivos señalados y otros que surjan, como resultado de deliberaciones de grupos multidisciplinarios propuestos para la evaluación de la situación actual y la planificación de lineamientos de políticas y acciones futuras.

2. ESTRUCTURA LOGÍSTICA

Para reactivar este componente de suma importancia para la generación, validación, evaluación y transferencia de tecnologías, así como para la integración de los diversos elementos que conforman el MIP, se estimó conveniente la modificación de la estructura existente, ya que no había mostrado ser lo suficientemente eficiente para enfrentar los retos. Se propuso el estudio de modelos existentes en otros países del área de Latinoamérica y del Caribe, por ejemplo en Brasil la 'Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária' (EMPRAPA), maneja una red con más de 30 centros de investigación a nivel nacional, cada uno con relativa autonomía y especialización en áreas determinadas (ej. 'Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnología', CENARGEN, Brasilia). Se trata de una institución oficial con cierta independencia, cuyos recursos

son aportados por el gobierno federal y regional, así como por instituciones internacionales (ej. IICA), empresas privadas para proyectos específicos, etc. Una estructura parecida se presenta en México con el 'Instituto Nacional de Investigación Forestal y Agropecuaria' (INIFAP), con centros especializados como el 'Centro de Investigación y de Estudios Avanzados' (CINVESTAV).

En el período entre la finalización del primer borrador del presente documento (1998) y su impresión, se han comenzado a producirse cambios importantes en la estructura e instucionalización de la investigación agropecuaria y forestal en la República Dominicana, tomándose en consideración algunas propuestas anteriormente mencionadas. La Ley 289 del año 1985 creó como organismo descentralizado del Estado, al Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias (IDIA). Hasta el cambio de gobierno en agosto del 2000, su mandato lo cumplía parcialmente el Departamento de Investigaciones Agropecuarias (DIA) de la SEA. Desde entonces, se ha estado organizando y estructurando el IDIAF el cual incluye la parte forestal con miras a poder ejecutar la política nacional de investigación científico-tecnológico en sector público agropecuario y forestal, dentro del Sistema Nacional de Investigación que promueve el desarrollo del este sub sector; en pocos meses se ha logrado crear el marco organizativo, captar personal especializado y reorganizar las estaciones y los campos experimentales, integrándolos a 4 centros de investigación como unidades básicas de operación del IDIAF (Brochure institucional):

- Centro Norte de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CENIAF) con sede en La Vega, abarcando las partes nordeste, norte y noroeste del país con hasta la fecha 8 programas;
- Centro Sur de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CESIAF), con sede en San Juan de la Maguana, teniendo a su cargo la región sur y suroeste con 2 programas;
- Centro Este de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CEIAF), con sede en Pedro Brand, D.N. con 3 programas; y el
- Centro de Investigación en Biotecnología (CIBIO), con sede en Duquesa, D.N. con 8 áreas principales y 2 programas.

Por una excesiva burocracia y cierta ineficiencia en el manejo del área de investigación y de los centros de investigación agropecuaria, se había propuesto un manejo más directo bajo la coordinación de una institución privada independiente, que cuente con un presupuesto fijo para su funcionamiento. Esta institución debiera contar con ingresos de parte del sector oficial y privado nacional y aportes por organismos internacionales para la ejecución de determinados proyectos de investigación, validación, transferencia de tecnologías y capacitación. Debido a la estructura de personal que existe en diferentes dependencias de la SEA, ésta podría concentrarse más en actividades de extensión, supervisión regional,entre otras, contando por supuesto, con la estrecha colaboración de la estructura de investigación creada. Los centros de investigación deben fortalecer los lazos e intercambio con las instituciones de educación superior e investigación nacionales como la UASD, el ISA, la UNPHU, e internacionales (Latinoamérica, C.E., E.U.A.), tanto para permitir a los integrantes de equipos de investigación ejercer la docencia, como para integrar a estudiantes en los trabajos de investigación realizados por los centros. Esto permitiría una constante renovación de los conocimientos académicos y aportaría temporalmente al personal para llevar a cabo componentes de pro-

gramas de investigación en forma de tesis de grado, maestría y doctorado, además de fomentar un mejoramiento sustancial en la base metodológica- científica del país.

3. RECURSOS HUMANOS

Los recursos humanos en cantidad y calidad necesitados para llevar a cabo un proyecto de institucionalización del MIP en la R.D. dependerán en gran medida de la estructura administrativa a escogerse, las metas trazadas, la infraestructura existente y a crearse, los recursos financieros existentes y una gran cantidad de incógnitas.

Para poder captar personal especializado en el área de la generación y validación de tecnologías y reincorporar a personal competente, que por diversas razones sobre todo de índole económicas han tenido que abandonar el campo de especialización, se requiere crear las condiciones de trabajo, remuneraciones competitivas, etc. para poder motivar a este grupo disperso de personas de todas las condiciones para llevar acabo la institucionalización del MIP. De esta forma más además se podría facilmente retener el personal calificado, por ej. investigadores-profesores y personal de laboratorio, pero también personal administrativo capacitado en el manejo de programas de investigación y transferencia de tecnologías.

4. RECURSOS FINANCIEROS

Los recursos financieros de la estructura institucional deberán ser aportados o canalizados como en otros proyectos agropecuarios, anteriormente ejecutados en el país por:

- el sector oficial representado por la SEA;
- el sector empresarial privado directamente o indirectamente implicado, ej. las compañías agroempresariales;
- Instituciones privadas nacionales ligadas al sector agropecuario (CEDAF, CONIAF, JAD, Fundaciones, ONGs)
- Agencias internacionales y regionales de cooperación técnica (FAO, USAID, C.E., IICA, JICA, GTZ, DANIDA de Dinamarca, etc.);
- Organismos internacionales crediticios (Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, Banco para la Reconstrucción (KfW alemán), etc.)
- Otros

El papel específico que debería o podría jugar cada uno de los grupos de donantes potenciales de los recursos financieros requeridos para la institucionalización del MIP en la R.D., tendrá que ser analizado por un equipo de especialistas en estas áreas. Sin embargo, cabe señalar, que se presentan componentes del proyecto (ej. a nivel regional, de cooperativa, asociación, etc.), que pueden ser asumidos dentro de los límites establecidos por la política de cada organización. El mecanismo de financiamiento de programas como el propuesto por parte de los grupos de donantes, ha cambiado en los últimos años, especialmente en aspec-

tos relacionados a las temáticas prioritarias contempladas en planes a mediano o largo plazos, los requerimientos a las instituciones involucradas, las exigencias a las instituciones de contrapartida, entre otros.

De todas maneras, la participación del sector oficial así como del privado, va a tener que ser incrementada de forma sustancial. A través de este documento, el autor ha presentado numerosos argumentos de peso, incluyendo los económicos, que justificarían políticamente este paso, especialmente también con miras hacia la globalización de los mercados y la necesidad de crear las bases para la sostenibilidad de la agricultura dominicana, si se quiere competir exitosamente en ellos. Para anular los efectos negativos provocados por el masivo uso de plaguicidas en la agricultura, en su gran mayoría productos altamente tóxicos, persistentes o problemáticos en otros sentidos, el estado tendría que invertir cuantiosos recursos a mediano o largo plazos, por ej. en salud pública, descontaminación de agua potable, suelo, pérdidas económicas por resurgencia de plagas, rechazo de productos exportables contaminados y la pérdida de plaguicidas por adquisición de resistencias en las plagas. Desde hace años se ha exigido a las autoridades de varios países industrializados, extender los cálculos económicos más allá de los límites de un determinado cultivo o una unidad productiva, valorizando de alguna forma el impacto negativo del uso de plaguicidas, en el cálculo y el costo que a la sociedad le representaría en el futuro de revertirlo.

Se propone la consideración de medidas impositivas para regular el uso de sustancias agroquímicas consideradas como peligrosas para la salud del usuario y el consumidor, así como para el agroecosistema y el medio ambiente en general. Esta medida se justificaría dado que son comprobados los efectos secundarios negativos, cuando los agrotóxicos son empleados masivamente y no son tomados en cuenta las recomendaciones para su uso racional. Muchos de los efectos pueden, en el peor de los casos, ser irreversibles y en otros conllevaría cuantiosos recursos económicos para reparar los daños ocasionados (ej. intoxicaciones, contaminación de agua potable, suelo y aire, resurgencia de plagas, selección de plagas claves, resistencias de plagas frente a plaguicidas, etc.), estos tendrían que cargarse al presupuesto nacional.

Como medida política para incentivar al sector agropecuario y ponerlo en condiciones de competir en igualdad de condiciones con otros países del área, se ha exigido y conseguido la no aplicación de aranceles e impuestos sobre insumos y maquinarias agrícolas. Esto según Rosset (1987) generalmente lleva a un incremento del uso de plaguicidas. El sector oficial tiene que buscar fórmulas para recaudar fondos para financiar el implemento del MIP en el país y contrarrestar los efectos secundarios negativos del control químico, cobrando una 'cuota de responsabilidad' a los sectores involucrados. Lógicamente y como se ha aplicado en varios países, el estado tiene potestad de recurrir al sector de producción, distribución y/o venta de agroquímicos, para cargarles un porcentaje sobre el valor de estos productos (por ej. en Costa Rica un 0.5% del valor CIF de todos los agroquímicos importados). Cubriendo de esta forma una cuota de responsabilidad estos fondos estarán disponibles para campañas de concientización sobre el uso adecuado de plaguicidas y MIP, recogida y destrucción de envases de plaguicidas, control de calidad de plaguicidas y residuos en productos agropecuarios, así como monitoreo de plagas, servicio de preaviso de problemas fitosanitarios, crías masivas de controladores biológicos, laboratorios y centros de investigación, apoyo a comunidades y ONGs trabajando con agricultura sostenible. Actualmente la gran mayoría de plaguicidas más nocivos justamente son los más baratos y este es el criterio número uno por encima de eficiencia, toxicidad, etc. del cual se llevan los agricultores al momento de adquirirlos. El sector oficial pudiera exonerar de cual-

quier carga a productos considerados con mínimos efectos secundarios, mientras que pudiera aplicar un sistema de cargas según la clase de toxicidad o selectividad, etc.

Desde el punto de vista económico, tiene que ser de interés para el estado reducir a mediano plazo el uso de plaguicidas, por influír negativamente sobre el balance de comercio exterior, ya que la gran mayoría de los ingredientes activos son importados. Habría que estudiar la posibilidad de elaborar un sistema de cargas a plaguicidas buscando además acuerdos internacionales en este sentido, para que una medida de esta naturaleza no perjudique al país que lo aplica, frente a países competidores.

VIII. Acciones de Políticas Sugeridas

1. ESTRATEGIAS

Para lograr cumplir con los objetivos parciales antes señalados para una exitosa implementación de un programa ampliado del MIP y su institucionalización, el sector oficial está llamado a asumir un papel protagónico cumpliendo con las funciones señaladas en el **Cap. IV**. Entre las funciones principales estarían el establecimiento del marco legal y la garantía del cumplimiento según las disposiciones establecidas. Además, tendría que asumir un papel más activo y eficiente en la implementación del MIP en determinados cultivos, ya sea de forma local, regional o nacional. Como prerequisito, es indispensable garantizar el funcionamiento de los centros de investigación por medio de la asignación de presupuestos y personal. Es de vital importancia, el estricto cumplimiento de los compromisos contraídos con las entidades involucradas en la investigación, independientemente del marco institucional y estructura política que adquieran con miras a eficientizarla.

Según la opinión del autor, el sector oficial debería en este sentido, participar activamente en la divulgación y extensión de las tecnologías generadas, adaptadas y/o validadas en los centros especializados de investigación. A pesar de que en los programas de gobierno de diferentes partidos políticos mayoritarios y minoritarios, repetidas veces se estuvo contemplando el fortalecimiento de los centros de investigación agropecuarios como medida de apoyo al sector terciario, en la actualidad parecería que la situación de la investigación podría cambiar, siempre se tiene la inquietud de sí los centros de investigación estatales y otros, contaran con el financiamiento y personal adecuados.

- **Actualización de la legislación sobre protección vegetal** (registro y control de calidad de agroquímicos, protección a los usuarios y consumidores, cuarentena vegetal interna y externa, etc.);
- **Aplicación consecuente de las disposiciones existentes:** por ejemplo, urge la aplicación de controles permanentes de residuos de plaguicidas en productos agropecuarios, especialmente los destinados al mercado interno para hacer cumplir tiempos de espera (o de carencia) y la prohibición definitiva de plaguicidas no permitidos para determinados cultivos; estos controles tienen que ser acompañados de severos castigos para los violadores que sean detectados;
- **Establecimientos de mecanismos de financiamiento del programa de MIP**, a través de organismos nacionales e internacionales, incluyendo la consideración de establecer un sistema de gravamen a los plaguicidas, según sus efectos secundarios;
- **Fortalecimiento de la Institucionalización del MIP en la R.D.,** a través de la creación de una estructura político-administrativa decentralizada y despolitizada, sencilla pero eficiente, con las competencias claramente definidas, capaz de coordinar entre todas las instituciones participantes en el desarrollo institucional para un avance de la R.D.
- **Fortalecimiento de la base organizativa regional y coordinación nacional**, basado en un análisis profundo y objetivo de las experiencias del PNMIP, en comparación con programas nacionales de países latinoamericanos y otros;
- **Garantizar el financiamiento del programa y autonomía para el uso de los recursos**, para evitar la dependencia de una burocracia que dificulta el desarrollo continuo de los programas.

- **Creación de equipos multidisciplinarios** integrados por especialistas en aspectos fitosanitarios, agronómicos, económicos, sociológicos, toxicológicos, etc. para planificar, ejecutar y evaluar proyectos específicos, con la participación del sector oficial y privado. Para la toma de decisiones deben prevalecer los argumentos técnico-científicos sobre los políticos;
- **Fortalecimiento de las estructuras para la investigación**, a través de una reactivación y eficientización de los centros de investigación existentes y la creación de otros especializados en disciplinas específicas (ej. biotecnología, mejoramiento genético, control biológico, etc.), con sus diversas extensiones y creación de las condiciones que limitan la captación y retención de personal especializado.
- **Reformulación de la política de investigación participativa, validación y transferencia de tecnología**, con la discusión interdisciplinaria de planes específicos con alcance a mediano y largo plazos, tanto para la investigación básica como para la aplicada, definición de temáticas prioritarias a corto plazo, etc. (evtl. ver **Figura**.).
- **Reformulación de la política de extensión agrícola** con mayor énfasis en el MIP en regiones y cultivos prioritarios.
- **Establecimiento de un sistema de monitoreo** del proyecto en base a parámetros establecidos, para evaluar los avances en cada una de las actividades planificadas y que sirvan para el cumplimiento de los objetivos preestablecidos.

2. LINEAMIENTOS PARA LA INVESTIGACIÓN

En un estudio publicado por la SEA (sin año, S15), que aparentemente fue realizado después de 1986, se identificaron los problemas tecnológicos en los diferentes cultivos prioritarios, clasificándolos por áreas temáticas. Se pudo notar una presencia relativamente alta de problemas fitosanitarios entre los factores limitantes prioritarios, de la mayoría de los cultivos y durante las tres fases: a) preparación de suelo y siembra; b) manejo de cultivo; y c) cosecha y postcosecha. En aquella época, la importancia de los temas fitosanitarios jugaban un papel preponderante en los cultivos de tomate, habichuela y arroz y relativamente reducido en café. Las prioridades deben haberse incrementado en estos rubros y otros, por la aparición masiva de nuevos problemas fitosanitarios de reciente introducción al territorio nacional o convertidos en plagas de importancia económica por prácticas de control cuestionables.

Un estudio actualizado de esta índole, pero incluyendo el factor regional y tomando en cuenta diferentes realidades socioeconómicas para los diferentes rubros, debería crear la base para el diseño de un amplio programa nacional de investigación agrícola, análogamente a uno en pecuaria y manejo de recursos naturales. Intentos de esta naturaleza han existido, pero ante la falta de concientización del ámbito político-administrativo, no se le ha dado el apoyo económico ni logístico necesarios para llevar a cabo esta tarea. Para desarrollar y adaptar nuevas tecnologías, es imprescindible contar con una amplia base de datos, que tiene que ser consecuencia de constantes investigaciones y evaluaciones, con metodologías aceptadas por la comunidad científica internacional. Por ejemplo, en Costa Rica, ya en 1992, García y Fuentes recogieron las experiencias obtenidas en estos países en alrededor de 500 publicaciones sobre métodos alternativos

al uso de plaguicidas químicos para controlar plagas (agrícolas, veterinarias, humanas, etc.) y con especial empeño en el control biológico (G4). De mucha utilidad para el diseño de futuras políticas de control fitosanitario, es además la existencia de un análisis económico de la política de protección vegetal en Costa Rica (A18). Este estudio recoge los datos existentes sobre el mercado de plaguicidas, tomando en cuenta la clasificación por la toxicidad según la WHO y que establece la relación de las políticas agrícolas y para el medio ambiente sobre el uso de plaguicidas. Además analiza el marco institucional, la política económica y los costos ocultos del uso de plaguicidas. En base a datos concretos, se recomiendan medidas políticas para mejorar la situación de la sanidad vegetal.

Para el diseño de un programa de MIP en la zona de Constanza, se recogieron una amplia base de datos bajo la participación de un equipo multidisciplinario de especialistas de fitoprotección incluyendo características socioeconómicas y fitosanitarios (R6). La problemática fitosanitaria causada por el complejo 'mosca blanca'-geminivirosis en el tomate industrial, movilizó a numerosos técnicos del sector oficial y privado, así como productores. Sin embargo, por falta de una política de investigación y su coordinación, no se aprovechó la ocasión de reunir una base de datos basada en una metodología unificada, que serviera a través de su continuidad, para el cálculo de umbrales de daño econñomico. A pesar de haberse producido en la R.D. algunos estudios aislados, sin duda valiosos, muchos de los cuales sin publicar, desde hace años, la situación de la investigación como base para el desarrollo de inovaciones para la agricultura dominicana y especialmente también para la implementación del MIP en diversos cultivos prioritarios, se ha visto estancada o hasta retrocediendo con el desmantelamiento de los principales centros de investigación agropecuaria durante la última década. Además jugó un papel importante la pérdida de personal especializado, que por falta de condiciones tuvo que abandonar los centros de investigación estatales o de universidades privadas para conseguir empleos más lucrativos en empresas privadas ligadas o no al sector agropecuario. Esta realidad conlleva serios riesgos frente al proceso de la globalización de los mercados, lo cual obligará al país a competir en numerosos rubros, con países que aplican paquetes tecnológicos avanzados, con mayor rentabilidad en algunos cultivos u otras condiciones favorables. Solamente a través de una mayor generación de tecnologías adaptadas a las condiciones del país, diversos rubros van a poder resistir a la presión de la competencia internacional.

La opinión del autor coincide con la de diferentes expertos consultados, en el sentido de que actualmente en dependencias del estado existe poco personal suficientemente preparado para llevar a cabo investigaciones metodológicamente fundamentadas y/o sacar conclusiones científicamente correctas. En este sentido, también ha jugado un papel negativo una preparación académica, cada vez más deficiente comparado con los niveles de conocimientos existentes hace varios años. De los estudios científicos llevados a cabo en el país, un número relativamente pequeño es publicado por un lado por falta de motivación, foros adecuados, etc. Aún menos llegan a publicarse a nivel internacional, a menudo por no cumplir con los requisitos establecidos.

Un programa de MIP tiene que basarse en una **línea definida de investigación y transferencia de tecnologías,** siendo ésta fruto de un esquema conceptual específico para cada problema fitosanitario, tomando en cuenta las condiciones del grupo meta. Como ejemplo, en Costa Rica, Hilje (1993) ante la seriedad del problema con el complejo 'mosca blanca'-geminivirosis en Centroamérica y los pobres resultados con el

control químico, propuso la discusión de un esquema MIP para evitar el contacto entre el vector y la planta, basado en los enfoques de interferencia para la etapa de semillero (mallas), y para el campo una combinación de interferencia (barreras físicas, coberturas, riego aéreo), repelencia (aceites, insecticidas botánicos y sintéticos), distracción (cultivos trampas) y mortalidad (insecticidas y enemigos naturales). Desde entonces, se han ejecutado en el CATIE entre otras, numerosas investigaciones siguiendo este esquema (**Figura A17**).

IX. Resúmenes y Conclusiones

En la República Dominicana al igual que otros paises, de Latinoamérica, del Caribe y del mundo de se repite la historia la Protección Vegetal. Con la promoción de tecnologías de una agricultura 'moderna', se incrementró de manera sustancial el uso de agroquímicos. Interferencias del sector oficial en el mercado de productos e insumos agrícolas también afectó las decisiones sobre el uso de insumos; por ej. Según las teorías económicas los precios altos de los productos pueden llevara unl incremento en el uso de plaguicidas y viceversa. Con la intensificación de la producción en numerosos casos surgen problemas fitosanitarios, por ej. por el empleo de variedades de alto rendimiento pero con marcada susceptibilidad frente al ataque de ciertas plagas. En la mayoría de los cultivos, la aplicación de plaguicidas constituye un componente indispensable dentro de los paquetes tecnológicos divulgados. Durante décadas, el control químico desplazó en muchos de los casos la aplicación conciente de otras tácticas de control de plagas. Los efectos secundarios nocivos del uso unilateral y abusivo de plaguicidas al agroecosistema, al medio ambiente y como consecuencia también al ser humano, han sido reportado y los numerosos problemas de la fitosanidad han estado agravándose conjuntamente con la intensificación de las técnicas de cultivos y fomentados por las condiciones socio-económicas-culturales existentes en las áreas rurales del país. El Manejo Integrado de Plagas (MIP) además de ser una alternativa, se presentó como una necesidad toxicológicate, ecológica y sobre todo también económicamente hablando, a la cual conviene aspirar.

La aparición de serios problemas de plagas y enfermedades durante la última década y la incapacidad de los productores de manejarlos (control químico), ha impulsado a la R.D. medidas combinadas de control, con pasos concretos hacia el MIP. Diversos proyectos ejecutados por instituciones nacionales (IPL, ISA, UASD, etc.) algunos con participación de organismos internacionales (CATIE, CIP, CIRAD, GTZ, IICA, JICA, USAID, etc.), y el sector privado (FAMA; FDA, JAD, agroempresas, etc.), han sido parcialmente exitosos en la promoción de aspectos relacionados con el MIP. El Programa Nacional de Manejo Integrado de Plagas (PNMIP), auspiciado por la SEA, FDA y JAD, además de haber participado en la solución de algunos problemas fitosanitarios prioritarios, ha estado promoviendo numerosas actividades que han servido a la concientización de un amplio sector de productores de todos los estratos sociales. Sin embargo, a opinión del autor y especialistas entrevistados, cabe mencionar, que con una estructura personal y base económica insuficiente, se ha pretendido 'monopolizar el MIP' abarcando las áreas de investigación, validación, transferencia de tecnología y extensión, divulgación y aplicación de medidas legales a nivel de algunos cultivos y regiones prioritarias. Con una mayor despolitización, colaboración interinstitucional y una activa implicación de otras instituciones o proyectos envueltos en la temática del MIP (ej. con especialización en la investigación), sin duda se hubiera podido avanzar más hacia el MIP en la R.D. Otros factores que limitaron el avance del MIP en el país, fueron de índole político-administrativos y burocráticos, además por la carencia de recursos económicos, de una política agropecuaria definida especialmente de investigación y personal especializado para llevarlas, así como validaciones y la transferencia de tecnologías de forma coherente.

Como se pudo apreciar en el presente documento, existe aparte del control químico,una amplia gama de tácticas para controlar plagas muchas de las cuales se han aplicado en el país. Sin embargo, a menudo es dificil lograr un cumplimiento aceptable con los prerequisitos necesarios y una integración adecuada de todas las medidas de control disponibles. Por esto en numerosos casos se ha tenido que conforme con la apli-

cación de medidas aisladas, las cuales deben ser ecológicamente viables y orientarse en los objetivos anteriormente señalados.

Se requiere de una enorme cantidad de investigaciones para ampliar la base para la realización del MIP y adaptarla a los requerimientos cambiantes. Además, el MIP no puede ofrecer un programa con validez general, que pueda ser aplicado en la práctica en forma de una receta; por lo menos tienen que ser registrados las condiciones locales y tomarlas en cuenta para la toma de decisiones.

Sin embargo, ya se puede mejorar gradualmente algunos componentes. En este sentido, se trata sobre todo de complementar adecuadamente las diferentes herramientas y medidas de control bajo la consideración de la compatibilidad mutua. A través de esta unión, hasta medidas que aisladamente no son efectivas, pueden integrarse en un sistema de control de plagas exitoso.

El autor, refiriéndose a la situación del MIP en la R.D., concluye, que se requiere de un análisis detallado de los avances del MIP para poder rediseñar y fortalecer la institucionalización del mismo en el país y propone un catálogo de objetivos y lineamientos a considerarse en el diseño de un proyecto de esta naturaleza, con posibilidades por lo menos a mediano plazo. Se propone también un análisis de las experiencias de los modelos institucionales existentes en otros países latinoamericanos u otros, con miras de fortalecer el MIP y la agricultura sostenible en la República Dominicana.

Glosario y Abreviaciones

GLOSARIO:

abióticos: referente a factores inanimados

acaricidas: compuestos químicos que eliminan a ácaros

agroecosistema: sistema compuesto de organismos vivos, componentes inanimados y aspectos técnicos de agricultura que interactúan entre sí y con su medio ambiente

amplio espectro: compuestos químicos que actúan sobre varias familias y órdenes de organismos y que por su modo de acción no distinguen entre plagas y benéficos (ej. insecticidas organofosforados, fungicidas cúpricos y herbicidas quemantes)

artrópodos: animales invertebrados, incluyen insectos, ácaros, ciempies, alacranes, etc.

benéficos: animales enemigos naturales de plagas (ej. artrópodos depredadores y parasitoides), polinizadores (ej. abejas)

biocidas: conjunto de productos químicos que eliminan a seres vivos

biocontroladores: enemigos naturales de plagas y otros organismos

bioregulación: equilibrio natural de plagas mantenido por biocontroladores

biótico: referente a factores vivos

biotipo: variante genética inferior al nivel taxonómico de especie caracterizada morfológicamente o fisiológicamente

biótopo: espacio delimitado de forma natural

biozoonosis:carencia, comunidad biológica conformada por los organismos vivientes en un determinado biótopo

(tiempo de): intervalo de tiempo prescrito entre la última aplicación de un plaguicida y la cosecha en determinados cultivos

depredador: enemigo natural que para su desarrollo se alimenta de varias a numerosas 'presas'

ecosistema: totalidad de relaciones entre biozoonosis y biótopo

endémico: organismo indígena o nativo o establecido en una región, país, etc.

entomología: ciencia propiamente sobre los insectos, pero incluyéndose además a otros artrópodos

entomopatógeno: microorganismos (hongos, bacterias, virus, etc.) que infectan a insectos causando enfermedades en muchos casos mortales

epidemiología: avance de una enfermedad provocada por un patógeno en un campo, área, etc.

feromonas: sustancias químicas específicas emitidas en mínimas cantidades por insectos para comunicarse con individuos de la misma especie (ej. sexuales, de alarma, de agregación, etc.), algunas son sintetizadas para usarse en trampas

fitófagos: organismos que se alimentan de plantas

fitopatología: ciencia sobre las enfermedades de plantas (ej. hongos, bacterias, virosis, micoplasmosis)

fitoproteccionista: técnico encargado de la protección vegetal

fungicidas: compuestos químicos que actúan sobre hongos, ya sea matándolos o inhibiendo su desarrollo (fungistasis)

gradación: aumento poblacional descomunal

herbicidas: compuestos químicos que controlan a malezas de cultivos y otras plantas

ingrediente activo: compuesto químico dentro de las formulaciones de plaguicidas, que es él propiamente actúa sobre las plagas

insecticidas: compuestos químicos que actúan sobre insectos matándolos o controlándo las poblaciones y daños

microbiológicos: productos que contienen partículas infectivas de patógenos

patógenos: microorganismos causantes de enfermedades (ej. hongos, bacterias, virus, etc.)

parásitos: organismos que se desarrollan aprovechándose de otro, sin causarle directamente la muerte

parasitoides: antagonistas naturales de insectos, cuyas larvas se alimentan de un 'huesped', el cual generalmente muere durante el transcurso del desarrollo del parasitoide

persistentes: sustancias cuya desintegración en el medio ambiente es relativamente lenta

pesticidas: ver plaguicidas

plagas: organismos (animales, hongos, bacterias, malezas, etc.) que para su desarrollo y sobrevivencia atacan a cultivos, animales o a humanos interfiriendo a menudo con el desarrollo o causando desórdenes fisiológicos hasta la muerte; en un sentido más estrecho solamente artrópodos y otras plagas animales

plaguicidas: compuestos químicos usados para controlar a plagas

resistencias: susceptibilidad reducida de plantas ante el ataque de plagas o de plagas ante un plaguicida

rodenticidas: compuestos químicos que matan a roedores (ratas, ratones, etc.)

selectivo: al contrario de plaguicidas de amplio espectro, plaguicida o método de control con acción específica sobre determinado grupo de organismos (ej. herbicidas contra hojas anchas, insecticidas que actúan contra 'moscas blancas' sin afectar a sus enemigos naturales, trampas de color o de feromonas, etc.)

sistémico: efecto protectivo o curativo debido a la penetración y traslocación de los ingredientes activos en el interior de las plantas (por ej. insecticidas o fungicidas sistémicos)

zoófagos: organismos que se alimentan de animales

ABREVIACIONES:

APHIS/USDA: Servicio de Inspección de Sanidad Animal, Vegetal y Humana del Departamento de Agricultura de los E.U.A.

CARDI: Instituto Caribeño de Investigación y Desarrollo Agrícola, Trinidad & Tobago

CBC Control Biológico Clásico

C.E.: Comunidad Europea

CEA: Consejo Estatal del Azucar

CEDAF: Centro de Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (antes FDA), Sto. Domingo

CENDA: Centro Norte de Desarrollo Agropecuario, Santiago, ext. Constanza

CESDA: Centro Sur de Desarrollo Agropecuario, San Cristóbal

CIAZA: Centro de Investigaciones Aplicadas a Zonas Áridas, Azua

CIP: Centro Internacional de la Papa, Perú

cit. Citado en...

CONIAF Consejo Nacional de Investigaiones Agropecuarias y Forestales

CTA: Centro Técnico para la Cooperación Agrícola y Rural, Holanda

CVMA: Centro de Ventas de Materiales Agrícolas, SEA

DNIA: Depto. Nacional de Investigaciones Agropecuarias, SEA

ej.: por ejemplo

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPA: Agencia de Protección Ambiental, E.U.A.

EPPO: ver OEPP

EPA: Agencia de Protección Ambiental, E.U.A.

E.U.A.: Estados Unidos de Norteamérica

FAMA: Fundación Agricultura y Medio Ambiente

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

FDA: Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. (ahora CEDAF)

GATT: Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio

GIFAP: Federación Intern. de las Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Plaguicidas

GTZ: Sociedad Alemana de Cooperación Técnica

ha./has.: hectárea(s) (10,000 m²) equivalente a 15.9 tareas

IDIAF: Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales

IICA: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

INDA: Instituto del Algodón

INIFAP: Instituto Nacional de Investigación Forestal y Agropecuaria, México

IOBC: Organización Internacional para el Control Biológico

IPL: Instituto Politécnico Loyola, San Cristóbal

ISA: Instituto Superior de Agricultura, Santiago

JAD: Junta Agroempresarial Dominicana, Inc., Sto. Dgo

JICA: Agencia Japonesa de Cooperación Internacional

MIB: Manejo Integrado de la 'broca' del cafeto

MIP: Manejo Integrado de Plagas

mod. Modificado según..

msnm: Altura en metros sobre el nivel del mar

OEPP/EPPO: Organización Europea y del Mediterráneo de Protección de Plantas

OIRSA: Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, San Salvador

ONG: Organización no gubernamental

ppm: partes por millón

PNMIP: Programa Nacional de Manejo Integrado de Plagas (SEA-JAD-FDA)

qq.: quintal (45.45 kg)

R.D.: República Dominicana

SEA.: Secretaría de Estado de Agricultura, Sto. Domingo

t: tonelada métrica

ta: tarea(s) (629 m² = 1/15.9 ha)

UASD: Universidad Autónoma de Santo Domingo

USAID: Agencia de Desarrollo Internacional de los E.U.A.

Referencias

A

A19 Abreu R., A. (1978): Identificación del mosaico dorado de la habichuela (*Phaseolus vulgaris*) en República Dominicana. Investigación Vol. VI No.2:21-24.

A16 Abu-Irmaileh, B.E. & A.R. Saghir (1994): Components of successful weed management with special reference to vegetable growers in the Near East. FAO Plant Prot. Bull. 42(4):191-200.

A11 AID (eds., 1986): Integrierter Pflanzenschutz (Manejo Integrado de Plagas). Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, No. 32, Bonn/Alemania, pp. 48.

A18 Agne, S. (1996): Economic analysis of crop protection policy in Costa Rica.Pesticide Policy Project Publ. Series No. 4, (Univ. de Hannover/GTZ, eds.), Hannover/Alemania, pp. 59.

A20 Alcántara, S., J.P. Morales-Payán, J.R. Ortíz, M. Castillo y R. Guzmán (2000): Evaluación de 24 cultivares de tomate industrial (Lycopersicon esculentum) en Azua en la temporada 1999-2000. Resúmenes 4toSODIAF/40moAPS-CD 2000, Sto. Domingo, R.D.,35.

A9 Altieri, M.A. (1989): Significado de las interacciones entre malezas e insectos en el manejo de plagas en sistemas tradicionales de los trópicos. En: Andrews, K.L. & J.R. Quezada (eds., 1989): Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, p. 75-88.

A15 Alvarado R., B. (1992): La importancia de la avispita Trichogramma, en el manejo integrado de las plagas del tomate en Sinaloa. Comité Pro-Investigación de Tomate Industrial de Sinaloa, A.C.; Publ. Especial No. 2, Los Mochis, Sinaloa, México, pp. 12.

A13 Alvarez, P., L. Alfonseca, A. Abud, A. Villar, R. Rowland, E. Marcano, J. Borbón & L. Garrido (1993): Las Moscas Blancas en la República Dominicana. En: Las Moscas Blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. L. Hilje & O. Arboleda (eds.), CATIE, Turrialba, Costa Rica, pp. 34-37.

A21 Alvarez P.A. & A.J. Abud-Antún (1995): Reporte de República Dominicana. CEIBA (Honduras) **36**(1): 39-47.

A17 Amador, R. & L. Hilje. 1993. Efecto de coberturas vivas e inertes sobre la atracción de la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius), al tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 29:14-21.

A8 Andrews, K.L., M.M. Barnes & H. Hoffman (1989): Utilización del control químico. En: Andrews, K.L. & J.R. Quezada (eds., 1989): Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, p. 547-566.

A14 Andrews, K.L., J.W. Bentley, & R.D. Cave (1992): Enhancing biological control's contributions to integrated pest management through appropriate levels of farmer's participation. Florida Entomologist 75(4): 429-439.

A1 Andrews, K.L. (1989a): Introducción a los conceptos del manejo integrado de plagas. En: Andrews, K.L. & J.R. Quezada (eds., 1989): Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, p. 3-20.

A6 Andrews, K.L. & H.N. Howell (1989): Utilización de controles culturales. En: Andrews, K.L. & J.R. Quezada (eds., 1989): Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, p. 243-253.

A4 Andrews, K.L. & D. Navas (1989): La relación entre la plaga y el cultivo. En: Andrews, K.L. & J.R. Quezada (eds., 1989): Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, p. 129-144.

A12 Andrews, K.L. & J.R. Quezada (eds., 1989a): Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, 623 pp.

A2 Andrews, K.L. & J.R. Quezada (1989b): Antecedentes entomológicos del manejo integrado de plagas en Centroamérica. En: Andrews, K.L. & J.R. Quezada (eds., 1989): Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, p. 21-28.

A7 Andrews, K.L., & J.R. Quezada (1989c): Integración de los componentes entomológicos. En: Andrews, K.L. & J.R. Quezada (eds., 1989): Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, p. 329-342.

A10 Andrews, K.L., J.W. Bentley, & R.D. Cave (1992): Enhancing biological control's contributions to integrated pest management through appropriate levels of farmer's participation. Florida Entomologist 75(4): 429-439.

A3 Andrews, K.L., A.B.S. King & J.R. Quezada (1989): La importancia de conocimientos bio-ecológicos para el manejo integrado de plagas. En: Andrews, K.L. & J.R. Quezada (eds., 1989): Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, p. 41-73.

A5 Andrews, K.L., J. French & G. Goodell (1989): El contexto socio-económico del manejo integrado de plagas. En: Andrews, K.L. & J.R. Quezada (eds., 1989): Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, p. 163-183.

B

B7 Baltensperger, S. & C.A. Serra (2003): Fluctuaciones poblaciones de plagas artrópodas en el cultivo de berenjena china (*Solanum melongena* L.) bajo la influencia de tres diferentes tipos de manejo de plagas y el clima en La Vega, R.D. Congreso Bianual SODIAF, 30-31/10/03, Santo Domingo, República Dominicana (en imprenta).

B4 Becker-Raterink, s., W.B.C. Moraes & M. Quijano-Rico (1991): La roya del cafeto: Conocimiento y control. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. TZ-Verl.-Ges. Rossdorf, Alemania, pp. 281.

B1 Bellotti, A.C., B. AriasV. & O.L. Guzmán (1992): Biological control of the cassava hornworm *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae). Florida Entomologist 75(4):506-515.

B5 Borbón, J. (1994): Integrated Pest Management in the Dominican Republic. Proceedings: Setting up an integrated pest management network for the Caribbean (CARDI/CTA, eds.). Barbados, 16-19/10/94:35-41.

B2 Brechelt, A. & C.L. Fernández (eds., 1995): El nim un árbol para la agricultura y el medio ambiente-Experiencias en la República Dominicana. Fundación Agricultura y Medio Ambiente, San Cristóbal, pp. 133.

B3 Brechelt, A. & C. Hellpap (eds., 1994): Memorias 1er. Congreso Latinoamericano y del Caribe sobre NIM y otros Insecticidas Vegetales, 7-11/3/1994, Santo Domingo República Dominicana, Proyecto Dominico-Alemán 'Fabricación de Insecticidas Naturales', Instituto Politécnico Loyola, San Cristóbal, R.D., 381 pp.

B5 Bustillo, A.E. & F.J. Posada (1996): El uso de entomopatógenos en el control de la broca del café en Colombia. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 42:1-13.

C

C4 Cabrera, R.I. (1984): El ácaro Vasates destructor, nuevo hospedero del hongo *Hirsutella thompsonii*. Cienc. Tec. Agric. Protección de plantas (Cuba) 7(3):69-79.

C1 Caro, A. & E. Báez (1997): Estudio sobre la efectividad de diferentes cepas de nemátodos entomofílicos en el control de larvas de Diaprepes abbreviatus. Proyecto Control Biológico de Insectos, Universidad Autónoma de Sto. Domingo /SEA/INRA-Guadeloupe, pp. 42.

C5 Castaño-Zapata, J. (1994): Principios básicos de fitopatología. 2. Ed., Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras, pp. 538.

C6 CATIE (1990): Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. CATIE, Informe Técnico No. 25, pp. 135.

C3 Chiri, A.A. (1989): Utilización del control etológico. En: Andrews, K.L. & J.R. Quezada (eds., 1989): Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, p. 267.282.

C9 CIRAD (1994): Successful biological control. White grub control in Réunion. Jeanguyot, M. & M. Séguier-Guis (eds.), CIRAD-GERDAT, Montpellier/France, pp. 46-49.

C2 Cohen, S. & V. Melamed-Madjar (1978): Prevention by soil mulching of the spread of tomato yellow leaf curl virus transmitted by *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Israel. Bull. ent. Res. 68: 465-470.

C8 Cramer, H.H. (1967): Crop protection and world crop production (en alemán). Pflanzenschutznachrichten Bayer. Mannheim, Alemania.

C10 Cuevas, R.,. A. Abud & P. Alvarez (2002): Informe preliminar sobre detección de moscas de fruta llevado a cabo en diferentes zonas de producción de frutales de la República Dominicana. SEA, Subsecr. de Investigación, Extensión y Capacitación Agropecuaria, Santo Domingo, República Dominicana, 17 pp.

C7 Cyanamid (ed., sin año): Directorio de productos fitosanitarios. Sto. Domingo, pp. 84.

D

D2 Daxl, R. (1989): Planificación y ejecución de un programa de investigación para el manejo integrado de plagas. En: Andrews, K.L. & J.R. Quezada (eds., 1989): Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, p. 351-370.

D1 Daxl, R., N. Kayserlingk, C. Klein-Koch, R. Link & H. Waibel (1994): Integrated Pest Management - Guidelines. Dt. Gesellschaft fuer Technische Zusammenarbeit GTZ), A. Grosse-Rueschkamp (ed.), TZ-Verlagsgesellschaft mbH, Rossdorf/Alemania, pp. 119.

D3 Dierauer, H.U. & H. Stöpler-Zimmer (1994): Unkrautregulierung ohne Chemie (Regulación de malezas sin química). Ulmer, Stuttgart/Alemania, pp. 135.

D4 Diercks,R. & R. Heitefuss (1994): Integrierter Landbau (Cultivos integrados). 2. ed., BLV-Verl.-Ges., München/Alemania, Wien, Zürich, pp. 433.

E

E1 Eiszner, H., V. Blandón & J. Pohlan (1997). La rotación de cultivos como alternativa ecológica y económica para el monocultivo del algodón. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 44:1-6.

F

F3 FAMA (1996): Manejo integrado de la broca de café (*Hypothenemus hampei*) en la República Dominicana: propuesta de acciones a corto plazo. FAMA-FDA, Sto. Domingo, pp. 11.

F5 FAO (1975): Pest control problems (preharvest)causing major losses in world food supplies. AGP, Pest/PH75/B31, FAO (ed.), Rome, Italy.

F4 FDA (1995): El minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton). Hoja divulgativa No.1-95, Sto. Domingo, pp. 4.

F6 FDA (1997): Memorias 1987-1997 - Una década contribuyendo al desarrollo tecnológico de la agricultura. Santo Domingo, D.N., R.D., pp. 117.

F2 Figueroa, W., J. Román & M.A. Acosta (1992): Isolates of entomogenous nematodes *Heterorhabditis* spp. and mortality of larvae of *Galleria melonella*, *Cylas formicarius*, *Euscepes postfasciatus* and *Cosmopolites sordidus*. J. Agric. Univ. P.R. 77(1-2):53-60.

F1 French, J. (1989): Métodos de análisis económico para su aplicación en el manejo integrado de plagas. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.9: 48-66.

F7 FIO (1980): Material didáctico. Fondo de la Industria Química.Frankfurt/M., Alemania.

G

G3 Gerling, D. (1992): Approaches to the biological control of whiteflies. Florida Entomologist 75(4):446-456.

G4 García, J.E. & G. Fuentes G. (1992): Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica - pasado, presente, futuro. 1. ed., Universidad Estatal a Distancia (UNED), San José, Costa Rica, pp. 164.

G5 Gómez, E., H. Frías & D. Lora (1992): Avances en las investigaciones de manejo integrado de plagas en la República Dominicana; Validación de estrategia MIP en tomate industrial Línea Noroeste, República Dominicano. Seminario-taller, ISA/CADER, 30/4/92, La Herradura, Santiago.

G2 Gravena, S., M.G.C. Churata-Masca, J. Arai & A. Raga (1984): Manejo integrado da mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) em cultivares de tomateiro de crescimento determinado visando reduçao de virose do mosaico dourado. Soc. Entomol. Brasil 13(1): 41-45.

G6 Guharay, F. & J. Monterrey (1997): Manejo ecológico de la broca del cafeto (*Hypothenemus hampei*) en América Central. Hoja Técnica No. 22. En: Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.45:i-viii.

H

H11 Hanson, P. (1993): La importancia de la taxonomía en el control biológico. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.29:48-50.

H13 Harries, V. (1995): Resistencia en ácaros ¿Destino o desfío? Memorias XXII Congreso SOCOLEN, Santafé de Bogotá, 26-28/7/95.

H4 Hassan, S.A., F. Bigler, H. Bogenschütz, E. Boller, J. Brun, J.N.M. Calis, J. Coremans-Pelseneer, C. Duso, A. Grove, U. Heimbach, N. Helyer, H. Hokkanen, G.B. Leis, F. Mansour, L. Moreth, L. Polgar, L. Samsøe-Petersen, A. Stäubli, G. Sterk, A. Vainio, M. van de Veire, G. Viggiani & H. Vogt (1994): Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS working group “Pesticides and Beneficial Organisms”, Entomophaga 39: 107-117.

H7 Haynes, K.F., M.P. Parrella, J.T. Trumble & T.A. Miller (1996): Monitoring insecticide resistance with yellow sticky cards. California Agriculture 40(6):11-12.

H8 Hedley, J. (1992): The implications of plant quarantine principles. FAO Plant Prot. Bull. 40(4):131-147.

H1 Heitefuss, R. (1975): Pflanzenschutz. Georg Thieme Verlag, Stuttgart/Alemania, pp. 270.

H12 Hilje, L. (ed., 1996): Metodologías para el estudio y manejo de moscas blanacs y geminivirus. CATIE, Turrialba, Costa Rica, p. 11-21.

H10 Hilje, L. (1993): Un esquema conceptual para el manejo integrado para la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.29:51-57.

H2 Hoffmann, G.M.; F. Nienhaus, f. Schönbeck, H.C. Weltzien & H. Wilbert (1985): Lehrbuch der Phytomedizin - 2. Aufl.- P. Parey-Verlag, Berlin, Hamburg/Alemania, pp. 490.

H9 Howarth, F.G. (1991): Environmental impacts of classical biological control. Annu. Rev. Entomol. 36:485-509.

H5 Howell Jr., H.N. & K.L. Andrews (1989): Utilización de métodos físicos y mecánicos. En: Andrews, K.L. & J.R. Quezada (eds., 1989): Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, p. 255-259.

H3 Hoy,M.A.& Y.L. Ouyang (1987): Toxicity of the ß-exotoxin of Bacillus thuringingiensis to Tetranychus pacificus and Metaseiulus occidentalis (Acaria: *Tetranychidae* and *Phytoseiidae*). J. Econ. Entomol. 80:507-511.

H6 Hruska, A.J. & P.M. Rosset (1987): Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.5: 30-44.

J

J2 Jayanth, K.P. & Geetha Bali (1994): Biological control of *Parthenium hysterophorus* by the beetle *Zygogramma bicolorata* in India. FAO Plant Prot. Bull. 42(4):207-213.

J1 Jiménez, O.G. (1993): Reporte preliminar de los enemigos naturales del *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy) en la R.D. Agroempresa 6(2):50-51.

J3 Jiménez, O.G. & A. Díaz (1993): Reproducción masiva de *Tetrastichus haitiensis*, Gahan (Hymenoptera: Eulophidae) para el control de *Diaprepes abbreviatus* L. PNMIP, Regional Este-Consorcio Citrícola del Este, Curso: Manejo integrado de plagas en cultivos tropicales, ISA/CADER-Consejo Nacional de Hombres de Empresa, 22-24/6/93, La Herradura, Santiago, pp.8.

K

K3 Kees, H. (1993): Unkrautbekämpfung im Integrierten Pflanzenschutz: Ackerbau, Feldgemüse, Grünland (Control de malezas en el manejo integrado de plagas: cultivos, vegetales, potreros). 5. ed. DLG-Verl., Frankfurt/M./Alemania

K1 Kim, K.D., S. Nemec & G. Musson (1997): Effects of composts and soil amendments on soil microflora and Phytophthora root and crown rot of bell pepper. Crop protection 16: 165-172.

K4 Kokubu, H. (1997): Ensayo preliminar del efecto de sorgo a habichuela como la fuente de los depreddores contra mosca blanca en Constanza. Informe técnico, JICA, Sto. Domingo, pp. 8.

K5 Kokubu, H. & V. Escarramán (1990): Effects of pheromone trapping on *Cylas formicarius* (F.) population levels in sweet potato fields in the Dominican Republic. Rencontres Caraïbes en lutte biologique. Guadeloupe, 5-7 de novembre 1990, INRA (eds.):549-554.

K2 Krieg, A. & J.M. Franz (1989): Lehrbuch der biologischen Schaedlingsbekaempfung (Libro del control biológico). Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, pp.302.

L

L1 Larios C., J.F. (1989): Insectos como vectores de fitopatógenos. En: Andrews, K.L. & J.R. Quezada (eds., 1989): Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, p. 89-109.

M

M5 Marcano, E. de Js. (1964, no publ.): Apuntes para el estudio de los insectos dañinos a nuestra agricultura. Sto. Domingo, pp. 131.

M1 Markham, R.H., N.A. Bosque-Pérez, C. Borgemeister & W.G. Meikle (1994): Developing pest management strategies for Sitophilus zeamais and Prostephanus truncatus in the tropics. FAO Plant Prot. Bull. 42(3):97-116.

M4 Marte, R. (1993, no publ.): Diagnóstico y tratamiento clínico. Curso sobre Manejo Integrado de Plagas en Cultivos Tropicales, 22-24/10/93, Instituto Superior de Agricultura, La Herradura.

M9 Marte, W., G. López & C.A. Serra (2003): Manejo postsiembra del ácaro blanco (*Rhizoglyphus robin*i Claparede) en ajo (*Allium sativum* L.) con plaguicidas convencionales y un orgánico a base de extractos de ají picante (*Capsicum sp.*). Resumen. Congreso Bianual SODIAF, 30-31/10/03, Santo Domingo, República Dominicana (en imprenta).

M6 Martin, P., H. Pfalzer, R. Scheurer & M. Reyes (1997): Farmer Support Team (FST) Newsletter No.1, Novartis Agro (ACC), Basilea/Suiza.

M3 Méndez, F. & E. Labarre (1996): Ensayo de introducción de un himenóptero oofago *Fidiobia* sp. (Hym., Platygastridae) en el marco del control biológico de *Diaprepes abbreviatus* (Col., Curculionidae) en República Dominicana. INRA-Guadeloupe/Consorcio Cítricos Dominicanos/UASD, Villa Altagracia, pp. 5.

M2 Moscardi, F. (1993): Soybean integrated pest management in Brazil. FAO Plant Prot. Bull. 41(2):91-100.

M7 Meyerdirk, D.E., R-Warketin, B. Attavian, E. Gersabeck, A. Francis, M Adams & G. Francis (sin año): Manual del Proyecto para el control Biológico de la Cochinilla Rosda del Hibisco. USDA-IICA, Riverdale, MD 20737-1236, E.U.A.

M8 Meyerdirk, D.E. & L.W. De Chi (2003): Models for minimizing risks of dangerous pests: the pink hibiscus mealybug and papaya mealybug. Memories. USDA, T-STAR sponsored Symposium: Challenges and Oportunities in Protecting the Caribbean, Latin America, and the United States from Invasive Species. Caribbean Food Crops Society, 39th Annual Meeting 2003, St. George, Grenada (en imprenta).

N

N1 Nakhla, M.K., D.P. Maxwell, R.T. Martínez, M.G. Carvalho & R.L. Gilbertson (1994): Widespread occurrence of the Eastern Mediterranean strain of tomato yellow leaf curl geminivirus on tomatoes in the Dominican Republic. Plant Disease 78(9):971.

O

O6 Oercke, E.C. (1996): Ertragsverluste und Wirksamkeit des Pflanzenschutzes - eine kritische Bewertung der Situation weltweit (Crop losses and the effectiveness of crop protection - a critical assessment of the situation worldwide). Gesunde Pflanzen 48(1):28-33.

O7 Oercke, E.C., H.W. Dehne, F. Schohnbeck & A. Weber (1995): Crop production and crop protection: Estimated losses in major food and cash crops. Amsterdam: Elsevier.

O5 Okumoto, S. (1992): Efecto de enmiendas sobre bacterias antagónicas a Alternaria solani en tomate (Lycopersicon esculentum). Tesis de posgrado, CATIE, Turrialba, Costa Rica, pp. 114.

O1 Oomen,P.A. (1985): Guideline for the evaluation of side effects of pesticides: Encarsia formosa. Bull. OEPP/EPPO Bull. 15: 257-265.

O4 Osborne, L.S. & Z. Landa (1992): Biological control of whiteflies with entomopathogenic fungi. Florida Entomologist 75(4):456-471.

O3 Osborne, L.S., K. Hoelmer & D. Gerling (1991): Prospects for biological control of *Bemisia tabaci*. In: Vavrina, C.S. (Ed., 1991): Proceedings Florida Tomato Institute. Vegetable Crops Department, IFAS, University of Florida, Gainesville, 48-61.

O2 Otero, G.R. (1989): Utilización de métodos físicos y mecánicos. En: Andrews, K.L. & J.R. Quezada (eds., 1989): Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, p. 261-265.

P

P7 Papavizas, G.C. (1985): Trichoderma and Gliocladium: Biology, ecology, and potential for biocontrol. Ann. Rev. Phytopathol. 23: 23-54.

P1 Paschoal, A.D. & A.P.D. Paschoal (1992): Attractiveness to fruitflies of diferent environmental safe baits in bottle traps. In: Koepke, U. & D.G. Schulz (eds.), Proceedings of the 9th International Scientific Conference of the International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), 16-21 November, 1992, Sao Paulo, Brazil, pp. 253-259.

P5 Pedigo, L.P., S.H. Hutchins & L.G. Higley (1986): Economic injury levels in theory and practice. Ann. Re. Entomol. 31:341-368.

P6 Polston, J.E., D. Bois, C.-A. Serra & S. Concepción (1994): First Report of a Tomato Yellow Leaf Curl-like Geminivirus in the Western Hemisphere. Plant Dis. 78(8): 831.

P2 Prabhaker, N., D.L. Coudriet & D.E. Meyerdirk (1985): Insecticide resistance in the sweetpotato whitefly, Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. 78: 748-752.

P3 Philipp, W.D. (1988): Biologische Bekaempfung von Pflanzenkrankheiten (Control biológico de enfermedades de plantas). Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart/Alemania.

P4 Pimentel, D., M.S. Hunter, J.A. LaGro, R.A. Efroymson, F.T. Landers, et al. (1989): Benefits and risks of genetic engineering in agriculture. BioScience 30:606-614.

Q

Q1 Quezada, J.R. (1989): Utilización del control biológico clásico. En: Andrews, K.L. & J.R. Quezada (eds., 1989): Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, p. 195-210.

R

R3 Raman, K.V. & R.H. Booth (1986): Evaluación de tecnología para control integrado de la polilla de la papa en campos y almacenes. Serie de Evaluación de Tecnología No. 12, Centro Internacional de la Papa (CIP), p. 1-20.

R6 Reyes, M. (ed., 1989): Levantamiento de informaciones básicas para el diseño de un programa de manejo integrado de plagas en la zona de Constanza. (autores: incl. A. Abud, P. Devers, R. Hansen, Q. Pérez, M. Martínez, R. Marte). Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc., Sto. Domingo, pp. 205.

R2 Reyes, M., A.J. Abud Antún, E. Sension, J. Dupuy & F.A. Barreiro (1990): Incidencia de *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) y sus enemigos naturales en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), asociado con otros cultivos en la República Dominicana. Rencontres Caraïbes en lutte biologique. Guadeloupe, 5-7 de novembre 1990, INRA (eds.): 471-477.

R10 Reyes V., M. (1995): Conferencia sobre la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) y su impacto en la República Dominicana. Sto. Domingo, 3-10-1995, UASD, pp.15.

R8 Rodríguez, L., D.A., A. Lagunes T., D. Riestra D., C. Rodríguez M., J. Velázquez M., E. Becerril R., S. Rodríguez C. & E. Pacheco V. (1997): Compatibilidad de Beauveria bassiana y extractos acuasos de nim (*Azadirachta indica*) para el control de broca del cafeto (*Hypothenemus hampei*). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 44:14-19.

R9 Rodríguez, M. (1997, no publ.): Presupuestos para la siembra de diversos cultivos. Instituto Superior de Agricultura (ISA), La Herradura, Santiago.

R4 Rosset, P.M. (1987): Precios, subvenciones y los niveles de daño económico. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.6:27-35.

R7 Rosset, P.M. (1986): Ecological and economic aspects of pest management and polycultures of tomatoes in Central America. PhD thesis. University of Michigan/USA, pp. 128.

R1 Rosset P., R. Meneses, R. Lastra & W. Gonzalez (1990): Estimación de pérdidas e identificación del geminivirus transmitido al tomate por la mosca blanca Bemisia tabaci Genn. (Homoptera: Aleyrodidae) en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.15:24-34.

R5 Royality R.N. & T.M. Perring (1987): Comparative toxicity of acaricides to *Aculops lycopersici* and *Homeopronematus anconai* (Acari: Eriophyidae, Tydeidae). J. Econ. Entomol. 80:348-351.

S

S23 Sallée, B., P.A. Morel, T. Contreras & B. Gutierrez (año??): La broca del fruto del cafeto: Biología y control. IICA-CIRAD-SEA-FDA, Sto. Domingo, pp.18. (completar)

S19 Santoro, R. (1960): Notas de entomología agrícola dominicana. Secretaría de Estado de Indústria y Comercio, Edit. La Nación, Sto. Domingo, pp. 474.

S24 Scott, J.W., M.R. Stevens, J.H.M. Barten, C.R. Thome, J.E. Polston, D.J. Schuster & C.-A. Serra (1996): Introgression of resistance to whitefly-transmitted geminiviruses from *Lycopersicon chilense* to tomato. In: D. Gerling & R.T. Mayer (Eds.), *Bemisia* 1995: Taxonomy, Biology, Damage Control and Management. Intercept Limited, Andover, Hampshire, U.K., pp. 357-367.

S15 SEA (sin año): Identificación y priorización de las limitantes tecnológicas principales que afectan 14 rubros prioritarios. Secretaría de Estado de Agricultura, Depto. de Investigación Agropecuaria, Sto. Domingo.

S17 Schmutterer, H. (ed., 1995): The neem tree *Azadirachta indica* A. Juss. and other meliaceous plants-sources of unique natural products for integrated pest management, medicie, industry and other purposes. VCH, Weinheim, New York, Basel, Cambridge, Tokyo, pp. 696.

S22 Schmutterer, H. (1990): Crop pests in the Caribbean – Plagas de las plantas cultivadas en el Caribe. GTZ (eds.), Eschborn, pp. 640.

S1 Scholz, H. (1997): Umweltschonender und rentabler Pflanzenschutz - ein Beitrag zur Loesung von Welternaehrungs- und Umweltproblemen. Gesunde Pflanzen 49(1):23-28.

S12 Serra, C.A., C.A. Nuñez & S. García (2003): Distribución, rango de hospedantes y efectos del Control Natural y Biológico Clásico sobre la 'Cochinilla Rosada de los Hibiscus', *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera-Sternorrhyncha: Pseudococcidae), en la República Dominicana. Resumen. Congreso Bianual SODIAF, 30-31/10/03, Santo Domingo, República Dominicana (en imprenta).

S6 Serra, C.A, P.Jorge, A. Abud, P. Alvarez & B. Peguero (2003): Invasive alien species in the Dominican Republic: their impacts, and strategies to manage introduced pests. Memories. USDA, T-STAR sponsored Symposium: Challenges and Oportunities in Protecting the Caribbean, Latin America, and the United States from Invasive Species. Caribbean Food Crops Society, 39th Annual Meeting 2003, St. George, Grenada (en imprenta).

S8 Serra, C.A. (1996c): Muestreo de moscas blancas. En: Metodologías para el diagnóstico, investigación y manejo de moscas blancas y geminivirosis. L. Hilje (ed.), CATIE, Turrialba, Costa Rica, p. 22-29.

S18 Serra, C.A. (1994b): Perspectivas y limitantes para el uso de insecticidas de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) en el cultivo de tomate industrial en la República Dominicana. En: Memorias 1er. Congreso Latinoamericano y del Caribe sobre NIM y otros Insecticidas Vegetales, 7-11/3/1994, Santo Domingo, República Dominicana, A. Brechelt & C. Hellpap (eds.), Proyecto Dominico-Alemán "Fabricación de Insecticidas Naturales" (IPL-GTZ), Instituto Politécnico Loyola, San Cristóbal, R.D., 227-238.

S16 Serra, C.A. (1994a): Effects of selective insecticides, synthetics and from the neem tree (Azadirachta indica A. Juss.), on populations of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae). CTA Seminar Proceedings: Integrated Pest Management - New Strategies for the Caribbean Farmer, 22-27 Nov., 1993, Sto. Domingo, R.D., Technical Center for Agricultural and Rural Co-operation (CTA) (eds.): 185-193.

S13 Serra, C.A. (1993): Antecedentes al manejo integrado de plagas/Conceptos y métodos del manejo integrado de plagas. Folleto, Curso: Manejo integrado de plagas en cutlivos tropicales, ISA/CADER-Consejo Nacional de Hombres de Empresa, 22-24/6/93, La Herradura, Santiago, pp. 28.

S2 Serra, C.A. (1992a): Untersuchungen zum Einsatz von Niemsamenextrakten im Rahmen integrierter Ansaetze zur Bekaempfung von Tomatenschaedlingen in der Dominikanischen Republik (Investigaciones sobre el uso de extractos de Nim dentro del marco de principios integrados para el control de plagas del tomate en la República Dominicana). Tésis de doctorado, Universidad de Giessen, Alemania, 186 pp.

S3 Serra, C.A. (1992b): Practical experiences in the use of seed extracts of the neem tree backing bioregulation of important pests in Dominican tomato fields. Proceedings 9th International Scientific Conference IFOAM, 16.-21 November 1992, São Paulo, Brazil, Koepke, U. & D.G. Schulz (ed.), 173-180.

S14 Serra, C.A. (1991, no publ.): El uso de insecticidas naturales provenientes del árbol Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) en el manejo integrado de plagas importantes para el cultivo tomatero dominicano. Reporte final, Proyecto "Fabricación de Insecticidas Naturales" (IPL-GTZ), San Cristóbal, Rep. Dominicana, 33 pp.

S10 Serra, C.A., M. Ortíz, J.B. Nuñez & P.F. Benoit (1996): Estrategias integradas de control del complejo 'moscas blancas'-geminivirosis en tomate y el control biológico de *Bemisia* spp. (Homoptera: Aleyrodidae) en las zonas Norte y Noroeste de la República Dominicana. 2do. Informe a la Fundación de Desarrollo Agropecuario (FDA), Instituto Superior de Agricultura (ISA, ed.), La Herradura, Santiago, R.D., pp. 66.

S5 Serra, C.A., M. Ortíz, J.B. Nuñez, A. Schulz & P.F. Benoit (1996): Natural enemies of whiteflies in the Dominican Republic - their propects for biocontrol in tomato and ornamental crops. Proc. XX. International Congress of Entomology, Florence, Italy, Aug. 25-31, 1996, p. 654.

S4 Serra, C., S. Concepción, J. Nuñez, M. Ortíz, P. Benoit & R. Román (1994): Hospederos transitorios de geminivirus del tomate transmitidos por la 'mosca blanca' incluyendo la dinámica poblacional del vector y de sus enemigos naturales en las zonas norte y noroeste de la República Dominicana. Informe final de actividades y resultados, Proyecto ISA/Transagrícola/JAD, Instituto Superior de Agricultura (eds.), La Herradura, Santiago, Dominican Republic, 54 pp.

S7 Sponagel, K.W. (1994b): Estrategia para la diminución de la incidencia del virus gemini en el cultivo de tomate y chile tabasco en Honduras. CTA Seminar Proceedings: Integrated Pest Management - New Strate_gies for the Caribbean Farmer, 22-27 Nov., 1993, Sto. Domingo, R.D., _Technical Center for Agricultural and Rural Co-operation (CTA) (eds.): 293-301.

S21 Sponagel, K.W. (1994): La broca del café *Hypothenemus hampei* en plantaciones de café Robusta en la Amazonía Ecuatoriana. Wissenschaftlicher Fachverlag, Giessen (Alemania), 185 pp.

S9 Stansly, P.A. & D. Schuster (1992): The sweetpotato whitefly and Integrated Pest Management of tomato. In: Vavrina, C.S. (Ed.), Proceedings Florida Tomato Institute. Vegetable Crops Department, IFAS, University of Florida, Gainesville, pp. 54-74.

S20 Stern, V.M., R.F. Smith,R. van den Bosch & K.S. Hagen (1959): The integrated control concept. Hilgardia 29:81-101.

S16 Stoll, G. (1986): Natural crop protection-based on local farm resources in the tropics and subtropics. Verlag Josef Margraf, Aichtal/Germany, pp. 185.

S11 Sumner, D.R., B. Doupnik Jr. & M.G. Boosalis (1981): Effects of reduced tillage and multiple cropping on plant diseases. Ann. Rev. Phytopathol. 19: 167-87.

T

T1 Taveras, R. & R. Guzmán (1996): Proyecto: Identificación y evaluación de los parasitoides para el control del minador de hoja de los cítricos (*Phyllocnisitis citrella*) en la República Dominicana. Informe Trimestral. Universidad Autónoma de Santo Domingo, Lab. de Control Biológico, Sto. Domingo, pp. 16.

T3 Tejada, V.M. (1995): El minador, ataque feroz a los cítricos. Rumbo, Año 2, No.53, Sto. Domingo:15-19.

T2 Tiedje, J.M., R.K. Colwell, Y.L. Grossman, R.E. Hodson, R.E. Lenski et al. (1989): The planned introduction of genetically engineered organisms: ecological considerations and recommendations. Ecology 70:298-315.

V

V1 Vandermeer, J. (1996): El conocimiento ecológico y la complejidad para el manejo integrado de plagas, en el mundo postmoderno. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) #41:37-44.

V2 Van Steenwyk, R.A. & E.R. Oatman (1983): Mating disruption of tomato pinworm (Lepidoptera: Gelechiidae) as measured by pheromone trap, foliage, and fruit infestation. J. Econ. Entomol. 76(3): 80-84.

Y

Y1 Yudelman, M., A. Ratta & D. Nygaard (1998): Pest Management and food production-Looking to the future. Food, Agriculture, and the Environment Discussion Paper25, International Food Policy Research Institute, Washington, D.C., E.U.A., pp. 53.

Z

Z1 Zadoks, J.C. (1985): On the conceptual basis of crop loss assessment: the threshold theory. Ann. Rev. Phytopathol. 23:455-473.

ANEXOS

Cuadro A1: Toxicidades Oral Aguda y Dermal Aguda de Insecticidas/Acaricidas

INGREDIENTE ACTIVO	ORAL LD_{50} (rata)	DERMAL LD_{50} (conejo)	OBSERVACION
Aldicarbo	1	20	C.
Paratión	2-6	55	O.
Mevinfos	6	6	O.
Carbofuran	11	10200	C.
Azinfos-Metil	may-20	220	O.
Endrin	oct-18	18	Cl.
Metil-Paratión	20	491	O.
Monocrotofos	ago-23	126	O.
Metamidofos	18-21	354	O.
Metomilo	17-24		C.
Oxamilo	37	2960	C.
Aldrin	38-67	98	Cl.
Dieldrin	37-87	60-90	Cl. persistente
Demeton-Metil	40	80	O.
Endosulfan	30-110	359	Cl.
Etoprop	61	2	
Nicotina	55*	50-60	tabaco
Lindano	88-125	1000	Cl.
DDT	113-250	2510	Cl. persistente
Pirimicarbo	147	500	S. áfidos
Butocarboxim	153-215	360	C.
Dimetoato	215	1000	O.
Triclorofon	150-400	2100	O.
Cipermetrina	251	2400	P.
Tiociclam-hidrogenoxalato	310*	1603	peces!
Diazinón	300-400	3600	O.
Profenofos	358	3300	O., peces,abejas!
Fenvalerato (DMSO)	451	2500	P.
Deltametrina	128-5000	2000	peces!
Permetrina	430-4000	2000	P.
Malatión	1000-1375	4100	P.
Aspirina	2000		medicina
Buprofezin		2200-2350	IGR chupad.
Pirimifos-Metil	>2000		O.,S.,abejas,peces!
Bromofos		3750-8000	O.
Cloruro de sodio (sal)	3350	>10000	sal común
Cyromazina	3390	>3100	IGR dípteros
Fluvalinato	261-282	>20000	P.
Diflubenzuron	>4640	>2000	IGR lepidópteros
Teflubenzuron	>5000	2000	IGR lepidópt.
Margosan-O® (‘nim’)			B.,IGR diversos
Bromopropylate	>5000	>5000	IGR lepidópt.
Clorofluazuron	<7000		IGR lep.y otros
Bacillus thuringiensis	*no tóxico*		*B.,S. bacterias*
-var. *kurstaki*			*-lepidópt.*
-var. israeliensis			*-dípteros*

Abreviaciones: B.=Biológico, Cl.= organoclorado; C.= carbamato; IGR= inhibidor de metamorfósis (S.); O.= organofosforado, P.= piretroide; S.= selectivo, != peligroso para ...; * otra fuente (fuente: Chemicals Handbook 1990, Serra 1993).

Cuadro A2: Toxicología de plaguicidas (Cyanamid, sin año)

Categoría	DL50 (RATAS) MG/KG DE PESO			
	Oral		Dermal	
	Solidos	Líquidos	Sólidos	Líquidos
I EXTREMADAMENTE TÓXICO	5 O MENOS	20 O MENOS	10 O MENOS	40 O MENOS
II ALTAMENTE TÓXICO	5-50	20-20	010-100	40-400
III MODERADAMENTE TÓXICO	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
IV LIGERAMENTE TÓXICO	MÁS DE 500	MÁS DE 2000	MÁS DE 1000	MÁS DE 4000

Cuadro A3: Efectos secundarios de plaguicidas (modificado según Hoffmann *et al.* 1985)

Área Afectada	Causas Específicas	Plaguicidas más importantes	Consecuencias potenciales
Aire	Arrastre por viento y evaporación luego de aplicación	Sustancias volátiles	Contaminación global, surgen sustancias por reacciones fotoquímicas.
Agua	Aplicación directa, producción y transporte de plaguicidas, arrastre por viento o agua, limpieza equipos, uso doméstico, lluvias.	Herbicidas, plaguicidas persistentes y aquellos usados en el control de malaria, etc.	Residuos en la flora y fauna acuática y agua potable
Tierra	Aplicación directa, lavado desde plantas arrastre por el viento y lluvia, limpieza equipos.	Desinfectantes de suelo, plaguicidas persistentes.	Influencia sobre la fauna, flora, microflora y estructua del suelo.
Fauna	Contaminación alimenticia, aplicación directa, arrastre por viento, destrucción de plantas hospederas, desecho inapropiado de restos de plaguicidas.	Insecticidas, herbicidas, rodenticidas, plaguicidas persistentes.	Daños en la biozoonosis residuos en animales silvestres, peligros especialmente para aves de rapiña.
Plantas de cultivo silvestres	Aplicación directa, dosificación elevada, residuos en el suelo, no observación de tiempos de carencia, arrastre por viento.	Herbicidas, fungicidas, insecticidas, plaguicidas persistentes.	Daños en la biozoonosis, residuos en plantas alimenticias y forrajeras, acumulación en productos animales, peligro para polinizadores (abejas, etc.) desarrollo resistencias, rendimientos.
Plagas de plantas	Aplicación directa, residuos, arrastre por viento.	Todos los plaguicidas.	Selección de razas resistentes, cambio en la dominancia de especies, y razas, fomento por eliminación de concurrentes y enemigos (benéficos), inmigración de malezas agresivas por eliminación de otras.

Cuadro A4: Sistema de monitoreo propuesto para el control de *Bemisia tabaci* (Genn.) y geminivirosis en cultivos de tomate industrial (Serra & Gómez 1993)

CRITERIOS	CANTIDAD, METODOS, PARAMETROS	OBSERVACIONES
a. Plantas / parcelas	20 plantas / parcela o subparcela (3 ha) criterios h.t.i	Dividir campos de 3 ha en subparcelas homogéneas
b. Ubicación estaciones	al azar, cubriendo área de cada (sub-) parcela al máximo (ver Figura A4)	1 Planta/estación
c. Estados a monitorear	Adultos: bandejas pegantes; conteo en el envés de foliolos u hojas	
d. Método de monitoreo	Adultos: bandeja pegantes.; ninfas, puparios, conteo directo	Detalles: ver **1/** y **2/**
e. Etapa fenológica	Siembra (semillero) hasta 70 DDS (días después de siembra)	
f. Horario	6:30-10:30 a.m.;4:30-6:30 p.m.	Tratar de evaluar a la misma hora
g. Frecuencia	(1- 2) semanalmente	Según conveniencia
h. Desarrollo virosis	Aparición y desarrollo síntomas (1=leves, 2=desarrollados)	% plantas con síntomas tipo 1 y/o 2(ver a. y b.)
i. otros organismos	Lepidópteros, dípteros, míridos, crisópidos, etc.	Plagas, benéficos, enfermedades, etc.
j. Rendimiento	qq/ta	
k. Información adicional	Variedad; manejo del cultivo; medidas de control (producto, dosis); clima (viento, días de lluvia, etc.); y otras	Fechas de siembra, trasplante, aplicaciones, riegos, cosechas, etc.

1/ Adultos de *B. tabaci* (también para larvas y/o adultos de míridos crisópidos, coccinélidos, etc.): usar bandeja pegante de hojalata o aluminio de 10x10 pulg ^{2} con bordes más o menos perpendiculares.

a) Pintar la parte interior (10x10 pulg^2) de color negro y marcando con ayuda de 16 cuadriculas de 2.5x2.5 pulg^2 .

b) Cubrir área pintada (10x10 pulg^2) con un pegante como aceite espeso, una mezcla de aceite con detergente liquido al 5:1 o vaselina.

c) Colocar bandeja a media altura de la planta del lado opuesto al viento y golpear la planta hacia la bandeja con un periódico enrollado (3 golpes seguidos), repetir el procedimiento con el numero establecido de plantas.

d) Contar individuos atrapados guiándose de las cuadriculas (observación: en conteo a cuatro cuadriculas ubicadas de forma diagonal.

e) Apuntar cantidad de individuos atrapados y referirlo a la cantidad de adultos/20 plantas/100 pulg^2 (¨=bandeja entera) o 15/20 plantas./25 pulg^2 (=4 cuadriculas).

f) Limpiar bandeja con trapo o papel y volver a cubrir el area con el pegante.

g) Calcular promedio de individuos atrapados por planta y por bandeja de 100 pulg^2.

2/ Puparios: escoger por cada estación (planta) una hoja compuesta superior del tercio inferior de la planta (ver Figura A5); contar los puparios a simple vista en el envés de la hoja, los puparios son los estadios inmaduros mas grandes y amarillentos, distinguiéndose a menudo por sus ojos rojizos; al contrario de las ninfas, sus bordes están despegándose de la superficie foliar.

Ninfas. Escoger al azar un foliolo bien desarrollado de la hoja compuesta y contar el numero de ninfas y/o puparios apoyado por una lupa (10).

Cuadro A5: Ejemplo de formulario para monitoreo de plagas de tomate industrial (Transagrícola, S.A.)

TRANSAGRICOLA, S.A. Navarrete, R.D.	Reporte Niveles de Insectos	Cultivo	Edad	Finca	Fecha (Día / Mes / Año)

NOMBRE INSECTOS			DATOS POR ZONAS DE MUESTREO											
NOMBRE TÉCNICO	NOMBRE COMÚN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL	PROMEDIO
Bemisia tabaci	**Mosca Blanca**	LARVAS												
		ADULTOS												
Thrips	**Thrips**													
Tetranychus spp	**Acaros**													
Afidos														
Liriomiza spp	**Minador**	MINAS ACTIVAS/HOJAS												
Heliothis spp	**Bellotero**	HUEVOS												
		LARVAS												
		FRUTOS DAÑADOS												
Spodoptera spp	**Spodoptera**	MASAS DE HUEVOS												
		LARVAS												
		FRUTOS DAÑADOS												
Manduca sexta	**Gusano Verde**	LARVAS												
Trichoplusia ni	**Falso Medidor**													
OTROS:														
BENEFICOS:														
PLANTAS/MT.														

Observaciones:

Cuadro A6: Umbrales de acción propuestos inicialmente por el PNMIP para plagas de tomate (sin autor, citado en Gómez *et al*. 1992)

Plagas	Umbral de Acción*
Cortadores	Tres plantas cortadas
Moscas Blancas	100 ninfas y/o pupas
Áfidos	Seis yemas con insectos
Diabrotica	20% de defoliación y 12 adultos
Liriomyza	10 minas activas
Keiferia	12 larvas
Spodoptera	Una masa de huevo
Heliothis	Cuatro huevos[1]
Gusanos del Fruto	5% de frutos dañados
Acaros	3 adultos, 0 huevos o 20% de follaje moteado

* La cifra corresponde al número total de insectos en las 30 hojas, frutos o yemas muestreadas.

[1] Si están negros (parasitados), no considerarlos. Si están blanquesinos, aplicar 48 a 72 horas después. Si ya tienen un anillo rojo, emergen en 24 horas, aplicar al día siguiente.

Cuadro A7: Resumen de los efectos de cambios en los parámetros del NDE (Hruska & Rosset 1987)

Al		el NDE:
Aumentar	el costo de control	Aumenta
Bajar	el costo de control	Baja
Aumentar	el precio de venta de la cosecha	Baja
Bajar	el precio de venta de la cosecha	Aumenta
Aumentar	la resistencia de la planta	Aumenta
Bajar	la resistencia de la planta	Baja
Aumentar	la efectividad de insecticidas	Baja
Bajar	la efectividad de insecticidas	Aumenta

Cuadro A8: Umbrales de daño económico (UDE) para *Bemisia tabaci* en tomate, Nicaragua 1983.(modif. según Rosset, 1986)*

Los rendimientos esperados cubren el rango esperado para el ciclo de 1982-1983 (10,000 - 40,000 kg/ha), para diferentes regiones y formas de tenencia de la tierra. Los precios esperados cubren el rango del precio predicho para 1983 según varias instituciones estatales. El NDE se basa en un costo por ha de 720C$ por dos aplicaciones de insecticidas, obtenidos de los presupuestos estimados en 1983 por el Banco Nacional de Desarrollo.

Rendimiento Esperado	Precio de Venta de la cosecha esperado (Colones $ por kg)				
(kg/ha)	1.76	3.52	5.28	7.04	8.8
10,000	0.891*	0.446	0.297	0.223	0.178
15,000	0.594	0.297	0.198	0.149	0.119
20,000	0.446	0.223	0.149	0.111	0.089
25,000	0.357	0.178	0.119	0.089	0.071
30,000	0.297	0.149	0.099	0.074	0.059
35,000	0.255	0.127	0.085	0.064	0.051
40,000	0.223	0.111	0.074	0.056	0.045
45,000	0.198	0.099	0.066	0.050	0.040

* = número de adultos de la mosca blanca en cuatro hojas compuestas de la mitad inferior de la planta en 12 plantas.

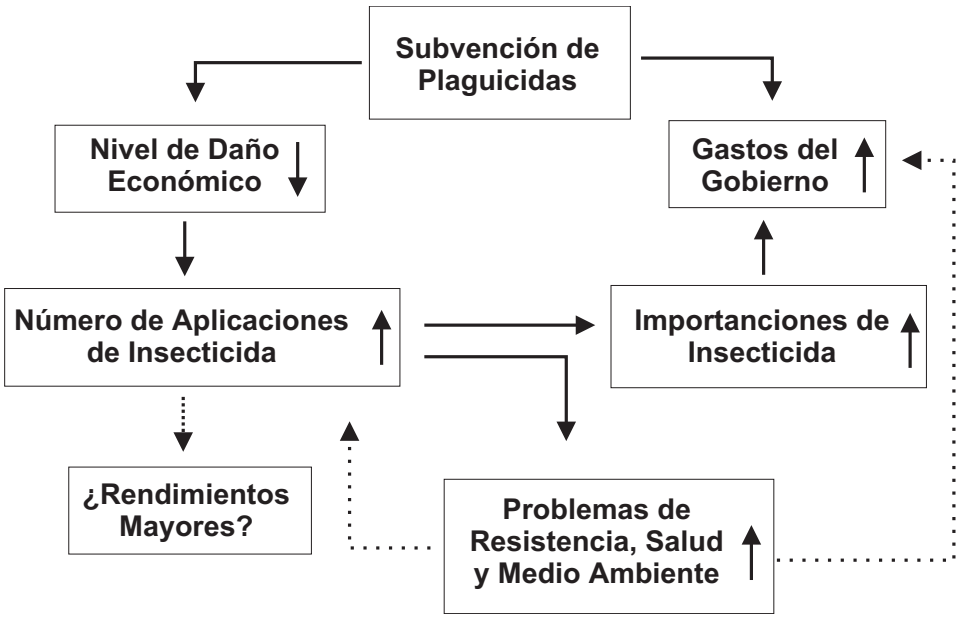


Figura A1: Modelo sencillo de los efectos probables de una subvención de insecticidas (Rosset 1986)

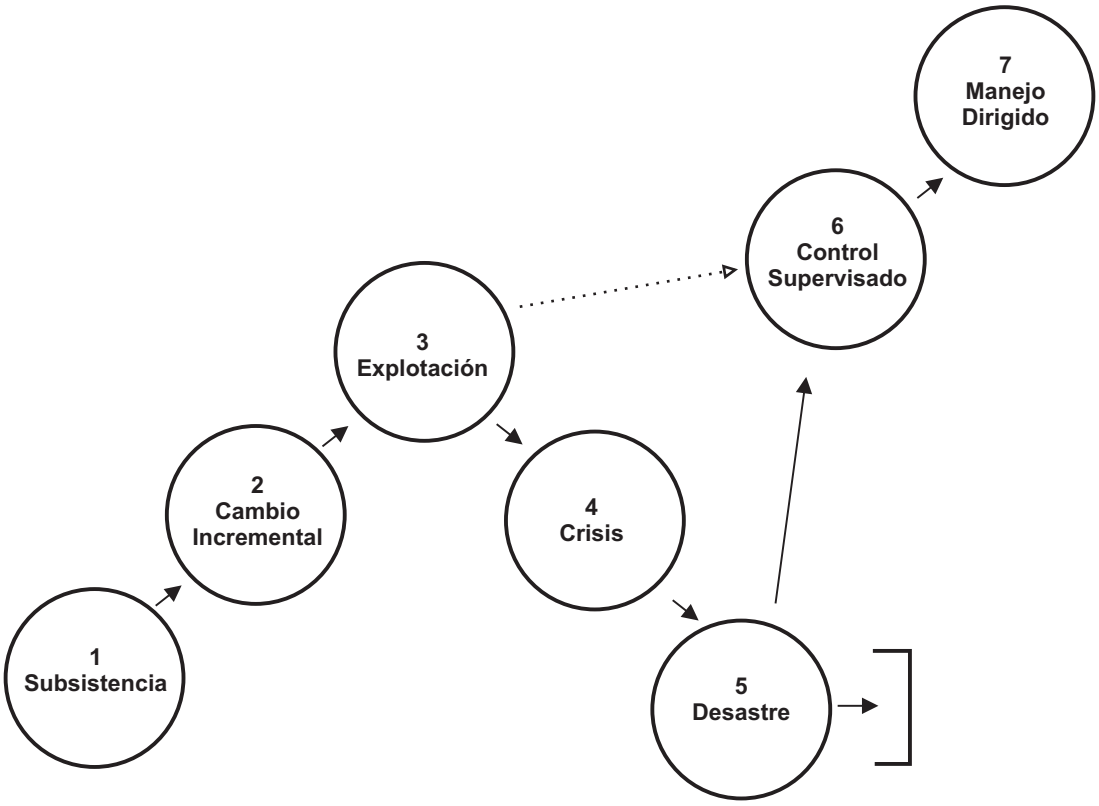


Figura A2: Las fases históricas de fitoprotección (mod. según Smith 1971, en A1)

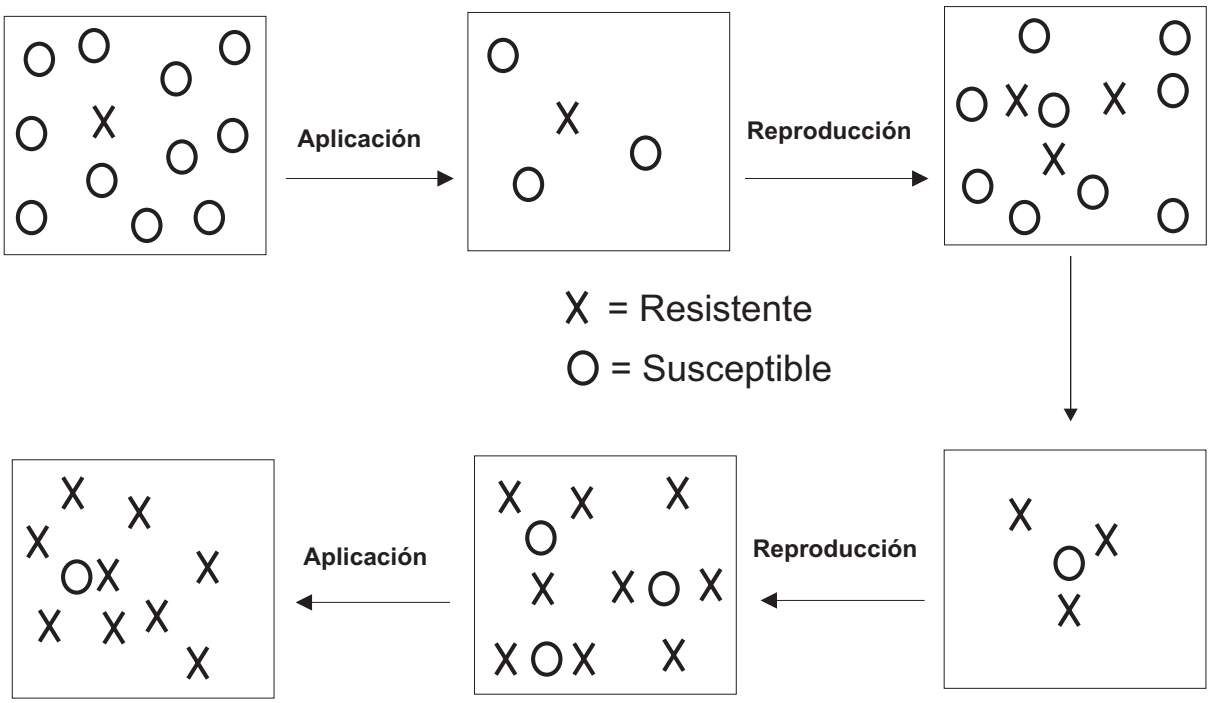


Figura A3: Secuencia de eventos en el desarrollo de resistencia a plaguicidas (Andrews *et al. 1989)*

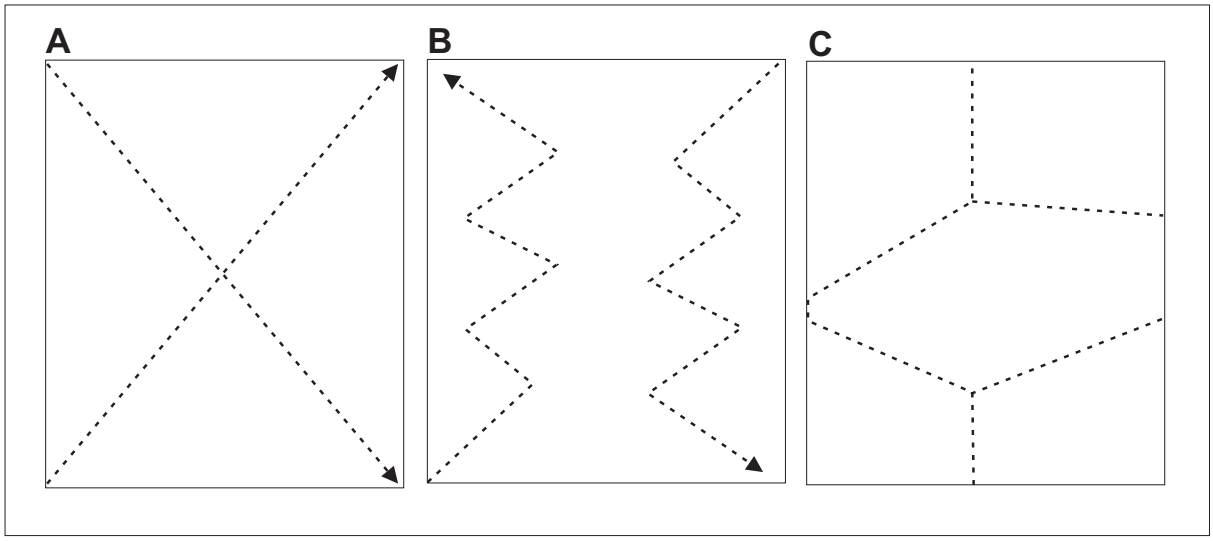


Figura A4: Esquemas de muestreo en el campo: forma de X (A), forma de zig-zag (B), y parcela dividida en zonas o estaciones (C) (Serra 1996)

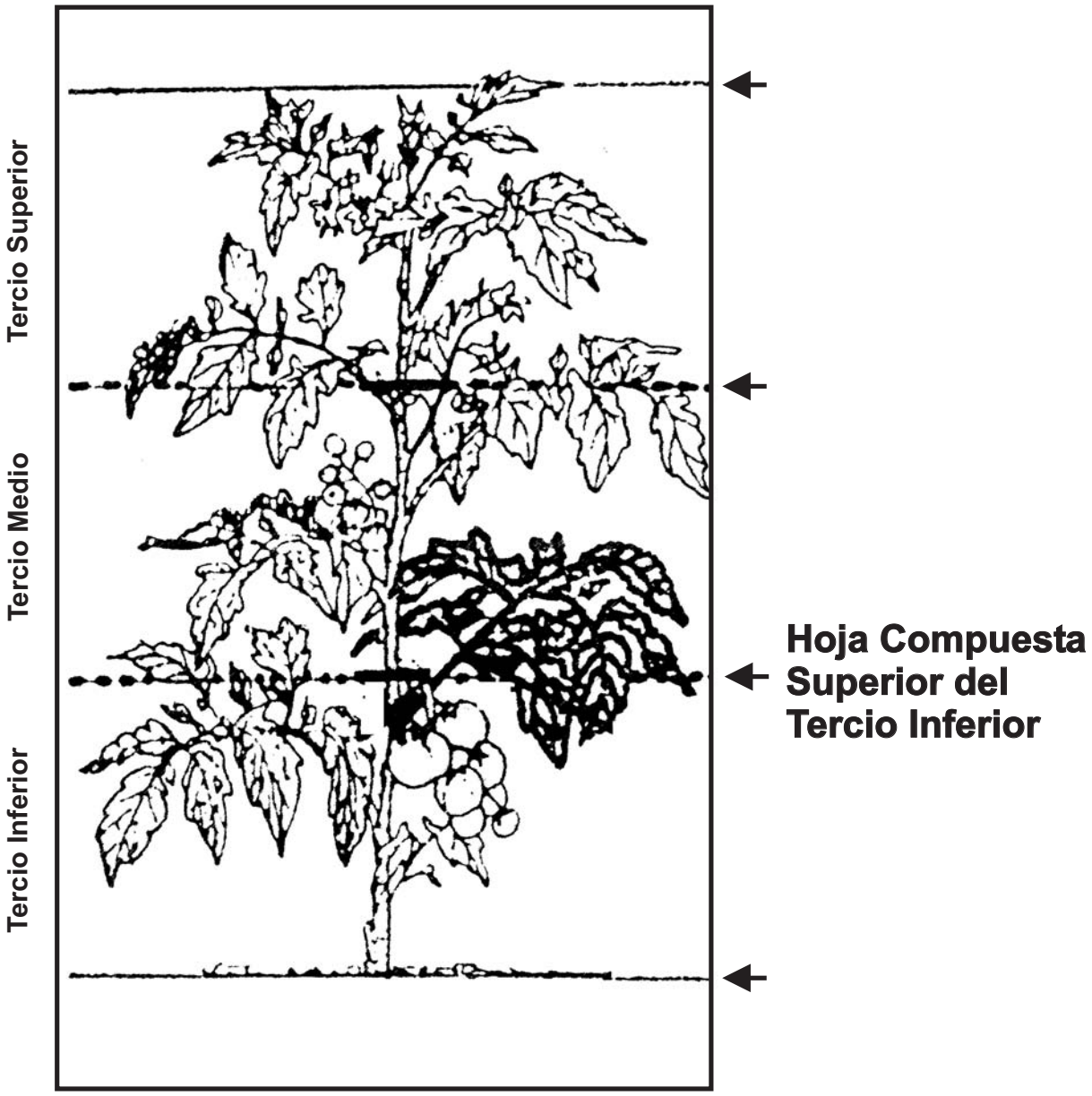


Figura A5: Estratos de una planta de tomate donde se destaca la hoja para el monitoreo de ninfas de *B. tabaci* de 4°instar (mod. CATIE 1990, S8)

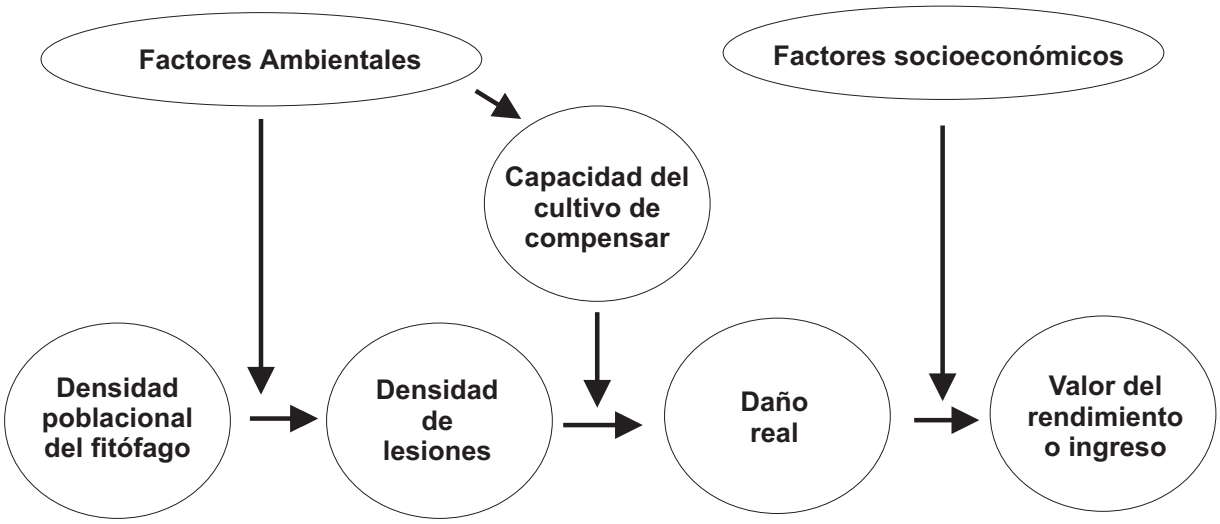


Figura A6: La relación entre la densidad poblacional de fitófagos y el ingreso derivado del cultivo depende de varios factores intrínsicos y extrínsicos a la planta , es decir al ambiente biótico, físico y socioeconómico (Andrews & Navas 1989)

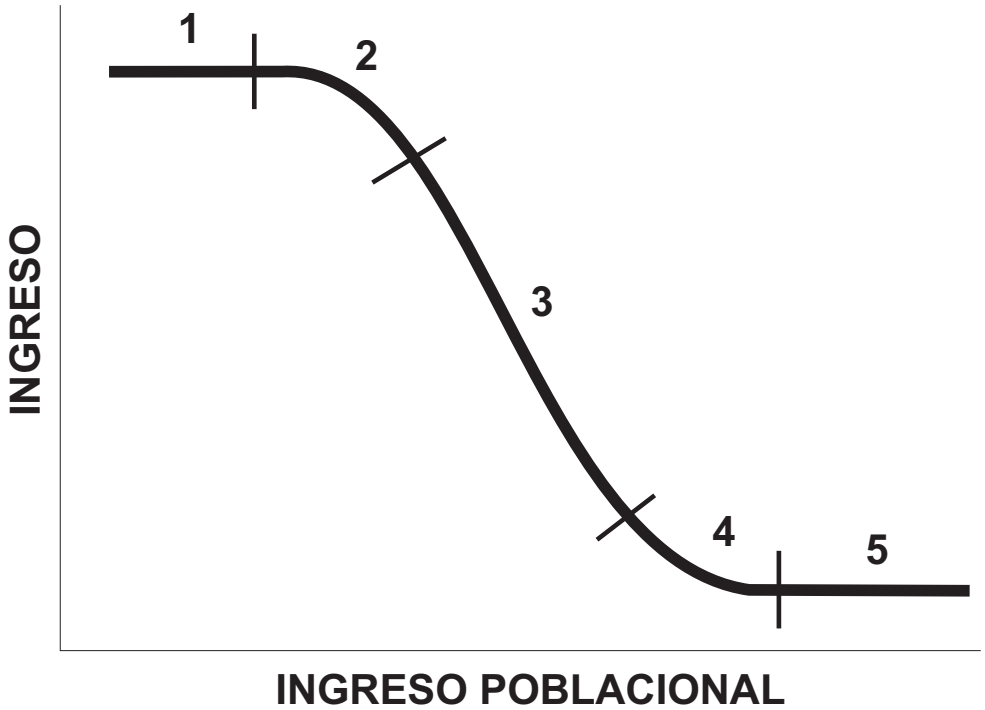


Figura A7: La curva generalizada relacionando la densidad poblacional del fitófago con el ingreso que recibe el agricultor (Andrews & Navas 1989)

Figura A8: Tipos de daño causado por insectos plaga vectores de fitopatógenos (Larios 1989)

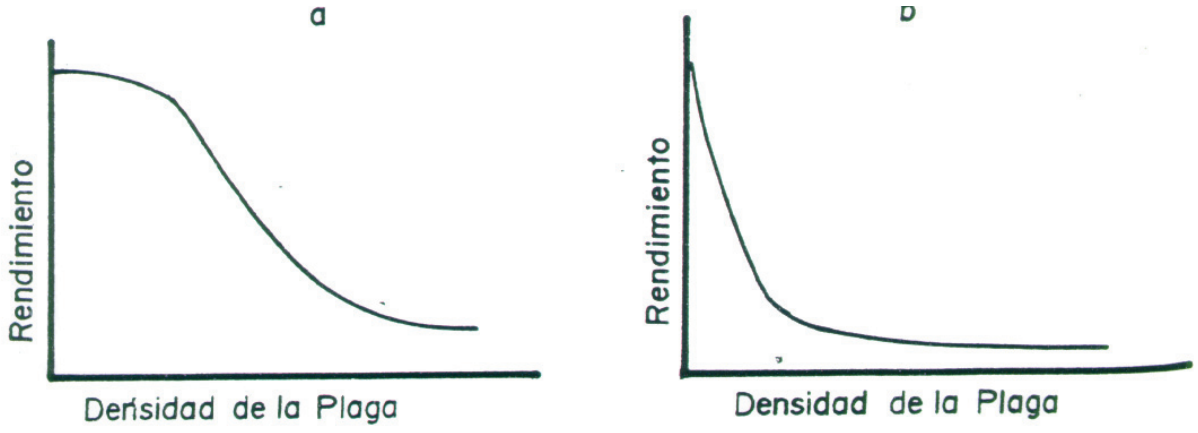


Figura A9: El rendimiento de un cultivo en función de la densidad poblacional de una plaga de follaje, que no transmite ninguna enfermedad (en a), y función de la densidad poblacional de una plaga que sí transmite una enfermedad (en b) (Larios 1989)

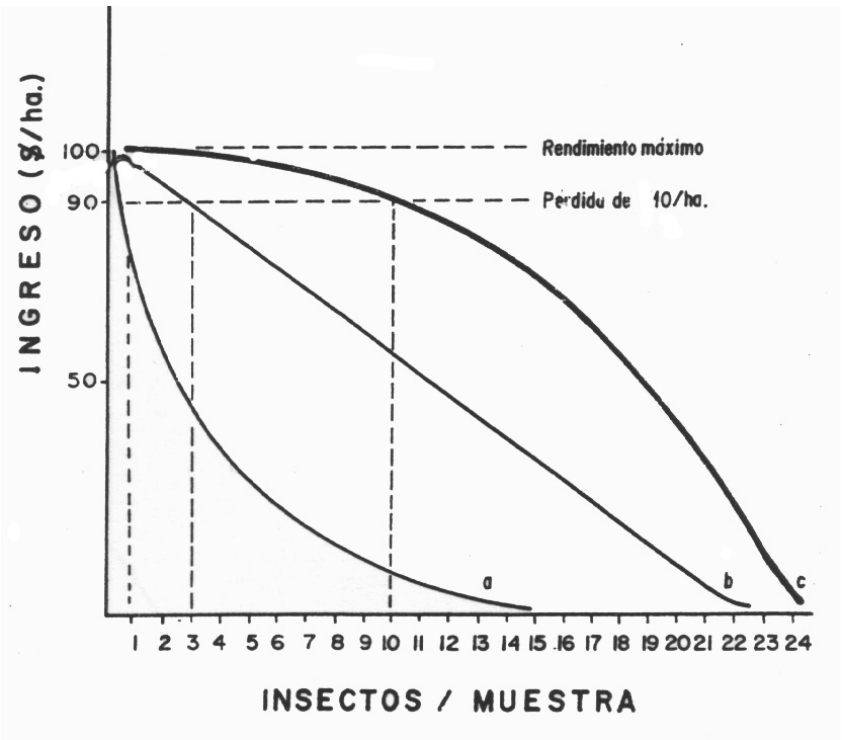


Figura A10: Los niveles críticos de 3 plagas hipotéticas en un cultivo que produce en la ausencia de plagas una cosecha que vale $100/ha. Los costos de control de cualquiera de las plagas es $10/ha (Andrews & Navas 1989 en A12)

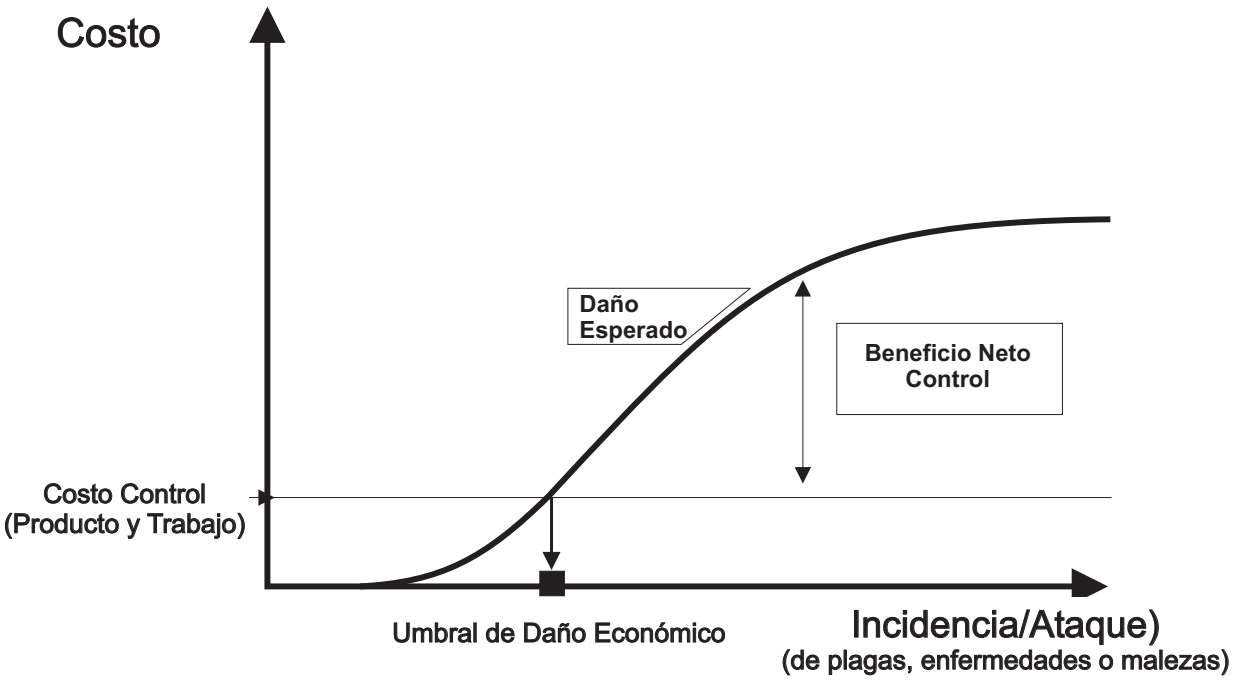


Figura A11: Umbral de daño económico y el beneficio neto del control.

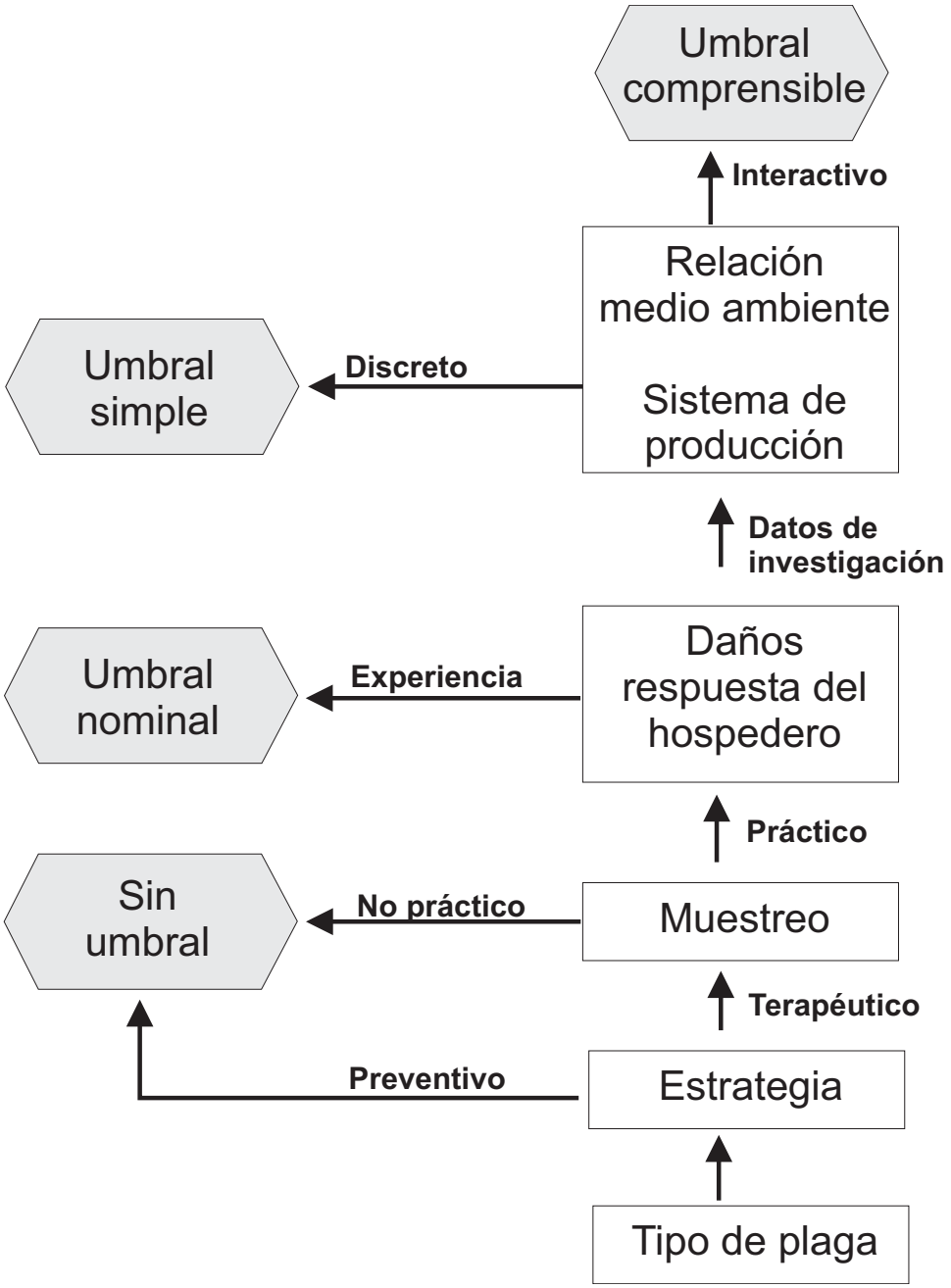


Figura A12: Categorías de implementación de umbrales de daño económico (mod. Poston *et al.* 1983, cit. en P5)

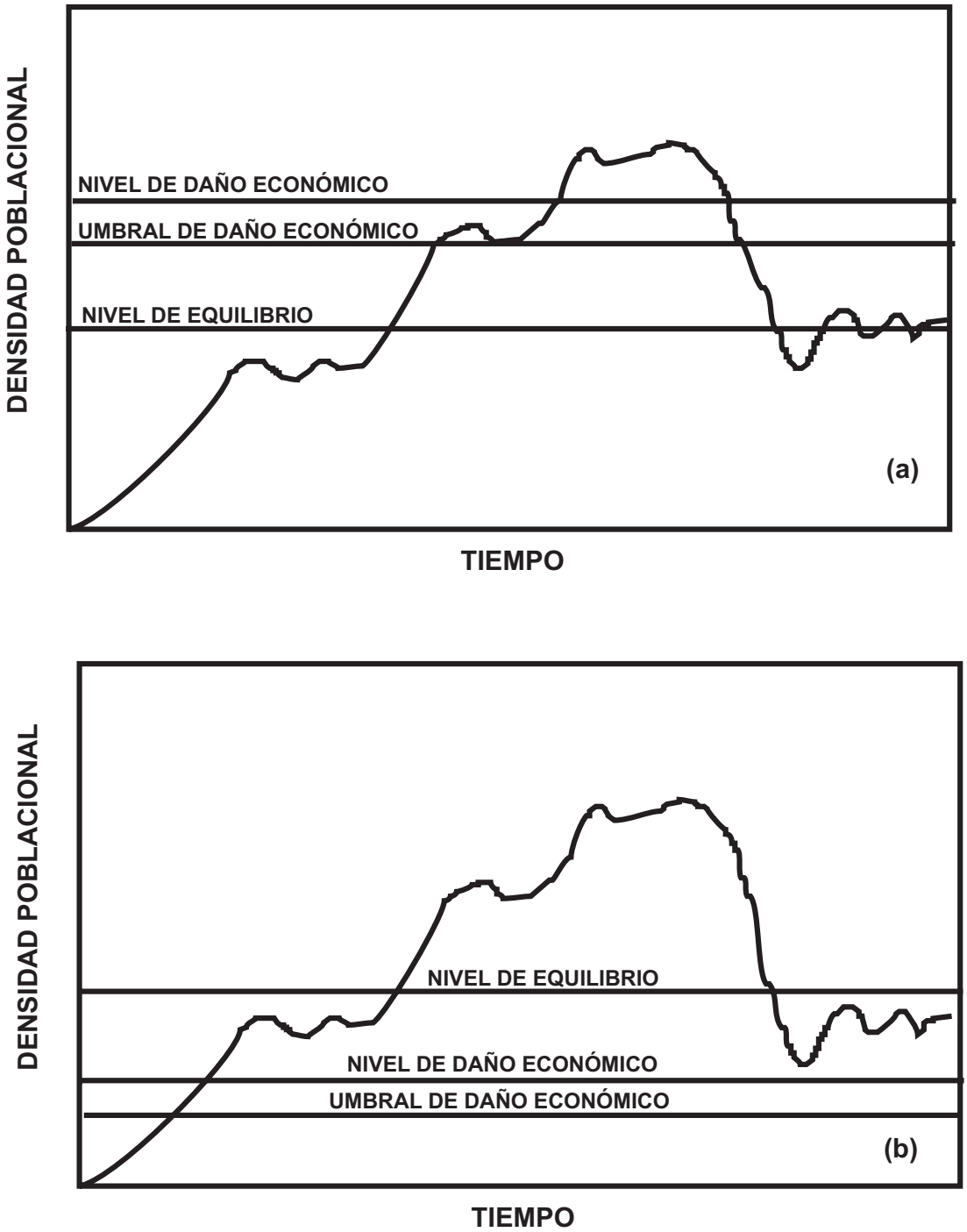
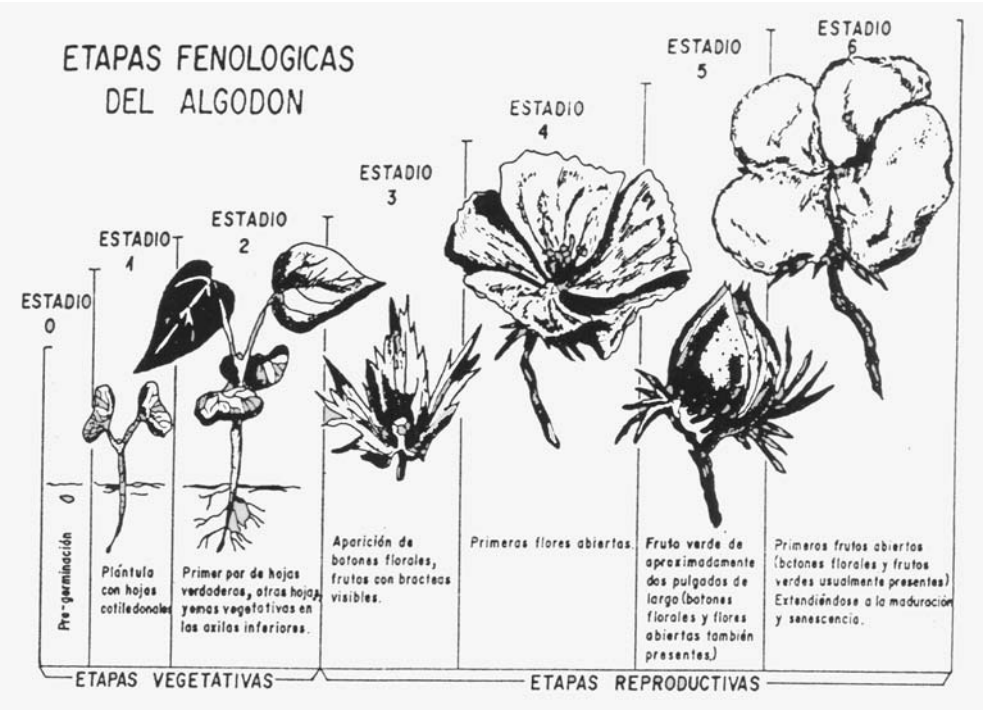


Figura A13: Relación entre nivel de equilibrio y el umbral económico de daños hipotéticos de una población de insecto vector considerando el daño directo (en a) y el daño directo más el indirecto (en b) (daño mecánico más daño por la enfermedad transmitida) (Larios 1989)



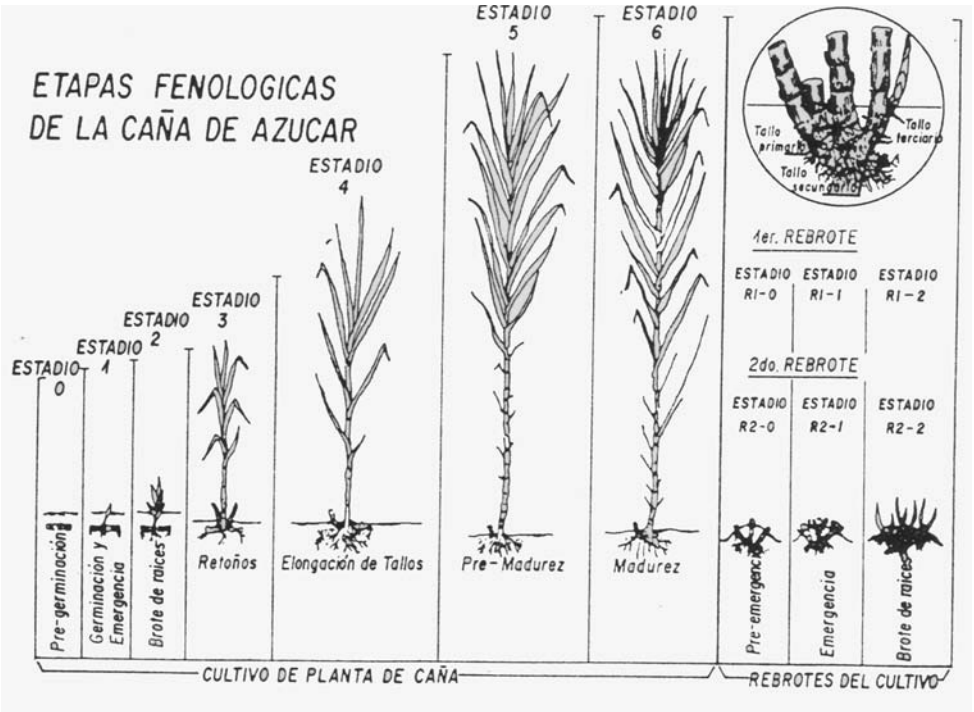


Figura A14: Etapas fenológicas del algodón y caña de azucar (Andrews & Navas 1989)

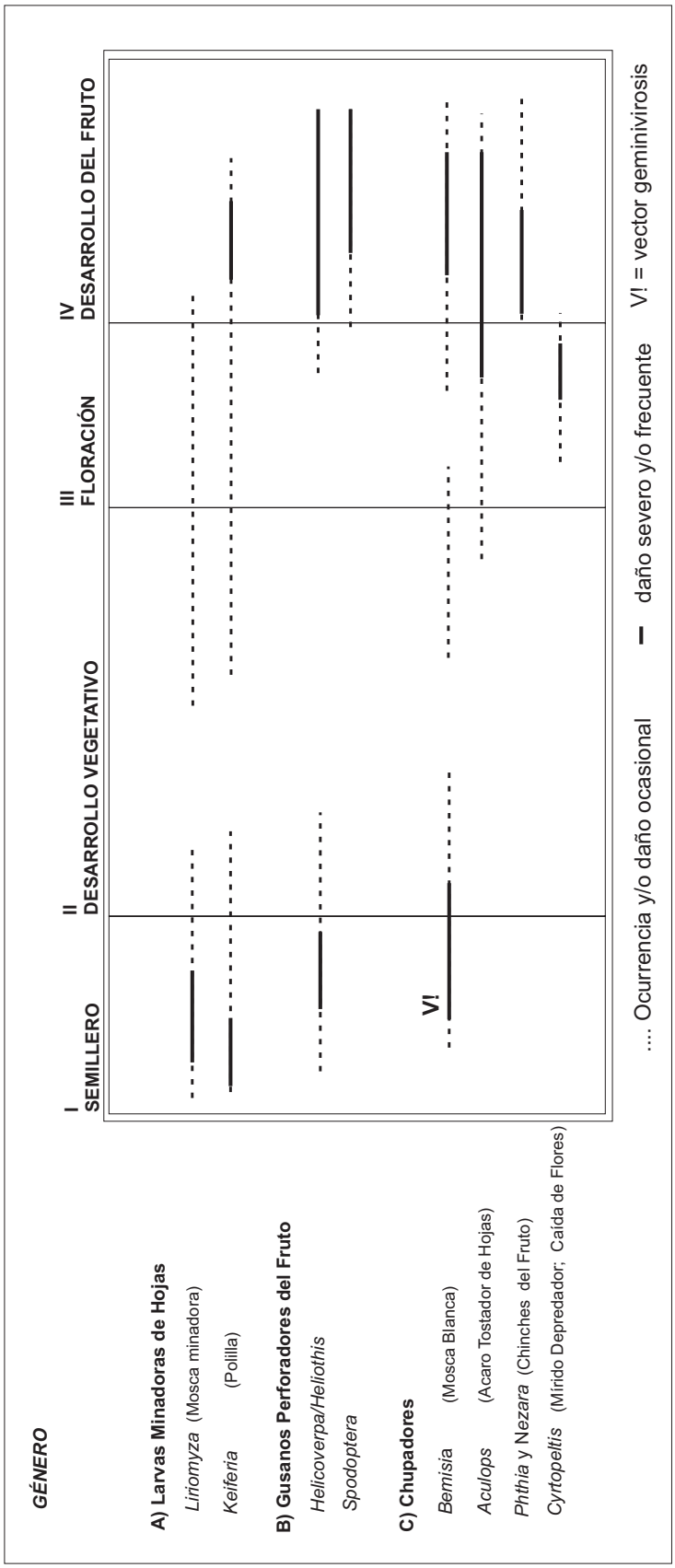


Figura A15: Fenología del tomate y sus principales plagas (Serra 1992)

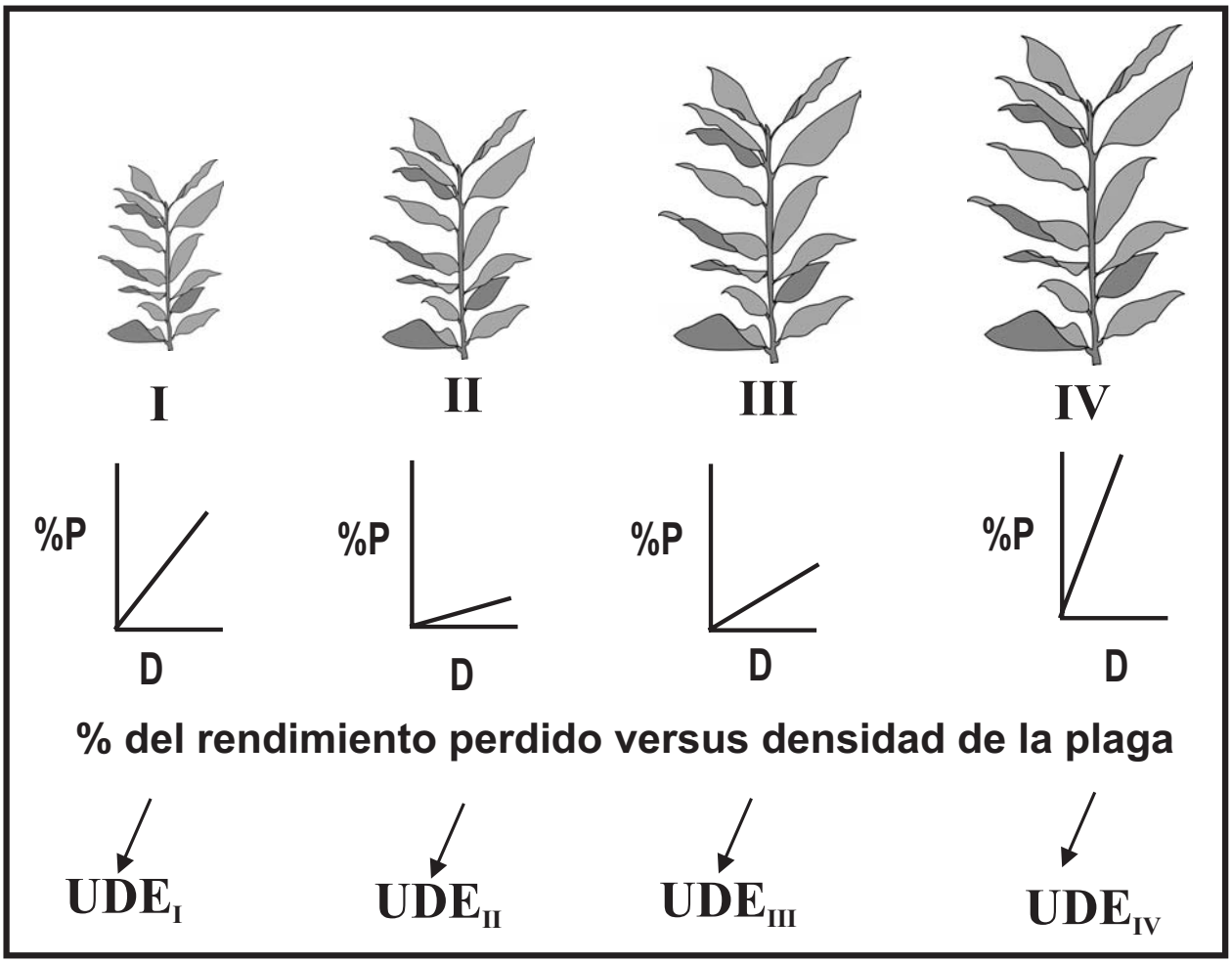


Figura A16: Dependencia de los umbrales de daño económico de las etapas fenológicas: $UDE_{IV}>UDE_{I}>UDE_{III}>UDE_{II}$ (mod. Hruska & Rosset 1987)

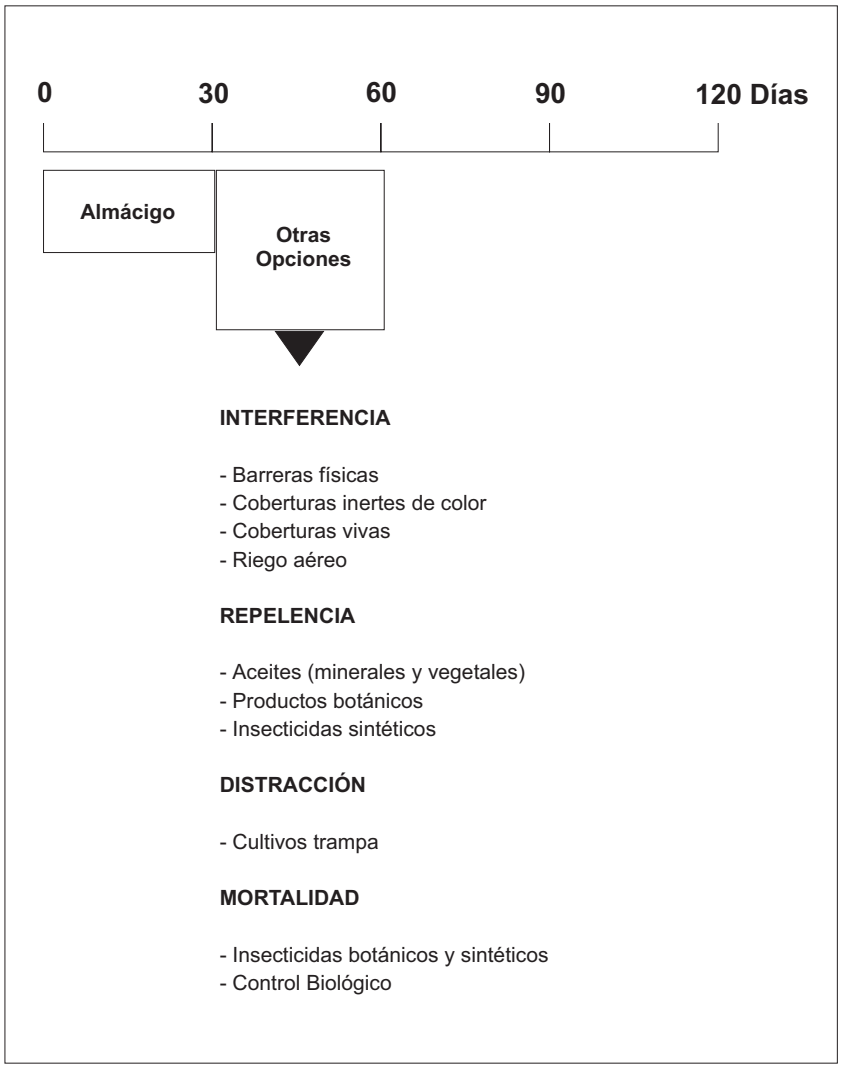


Figura A17: Posibles enfoques para el manejo integrado de *Bemisia tabaci* (Hilje 1993)

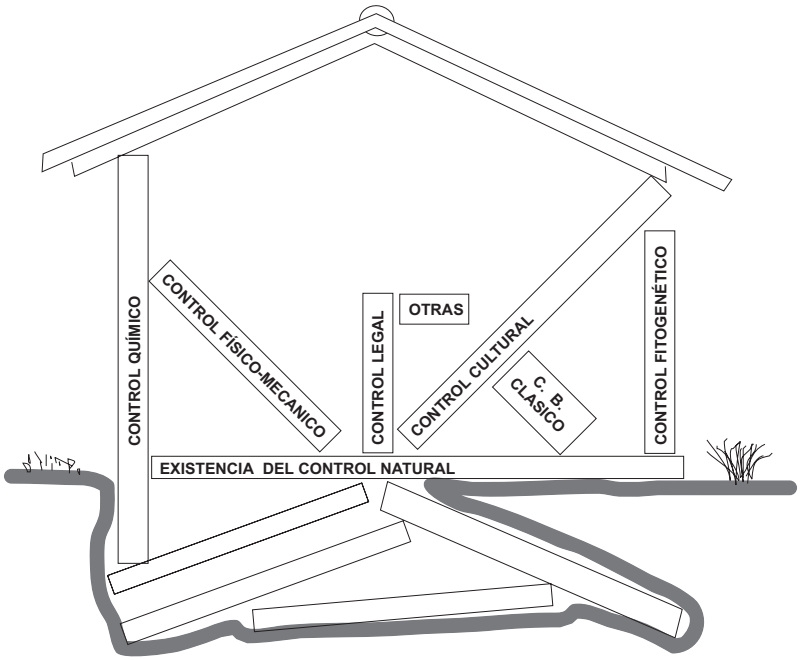


Figura A18: La fitoprotección en Centroamérica hoy día es como un edificio improvisado. Carece de bases sólidas (Andrews & Quezada 1989b)

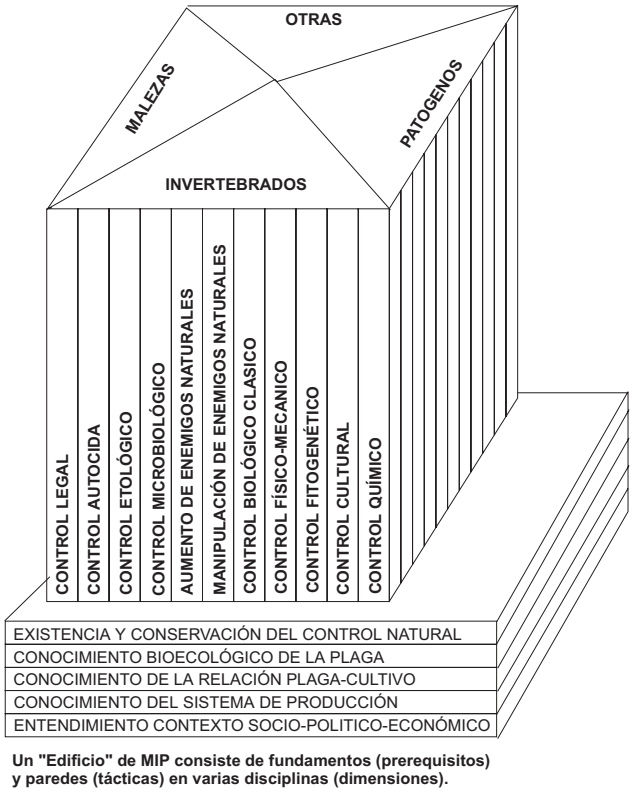


Figura A19: Un edificio de 'MIP' consiste de fundamentos (prerequisitos) y paredes (tácticas) en varias disciplinas (dimensiones). (Andrews & Quezada 1989b)

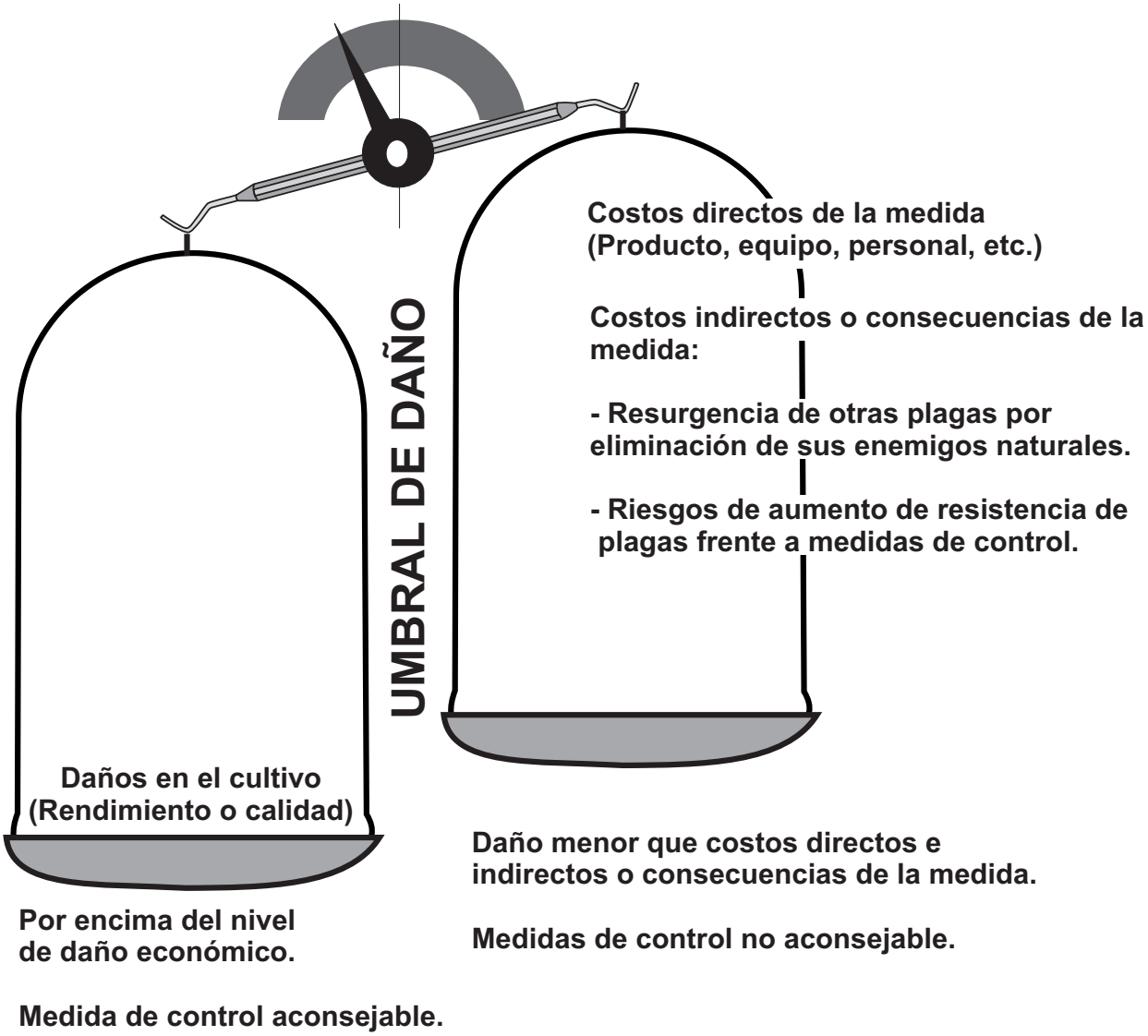


Figura A20: Toma de decisión, en caso de que una medida de control se renta (mod. AID 1986)

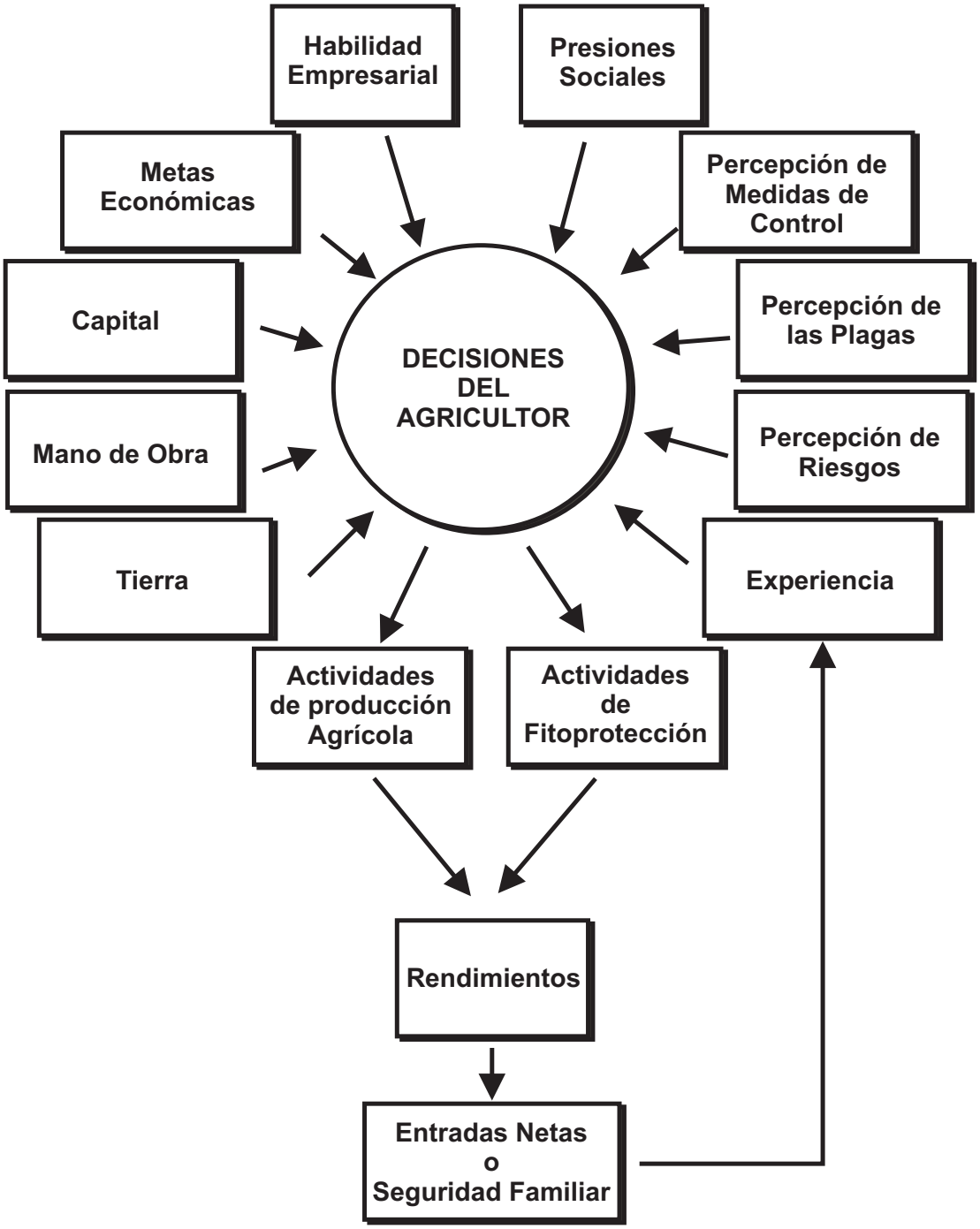


Figura A21: Factores socioeconómicos que influyen en la toma de decisiones MIP (mod. Norton 1976 (en A5.)

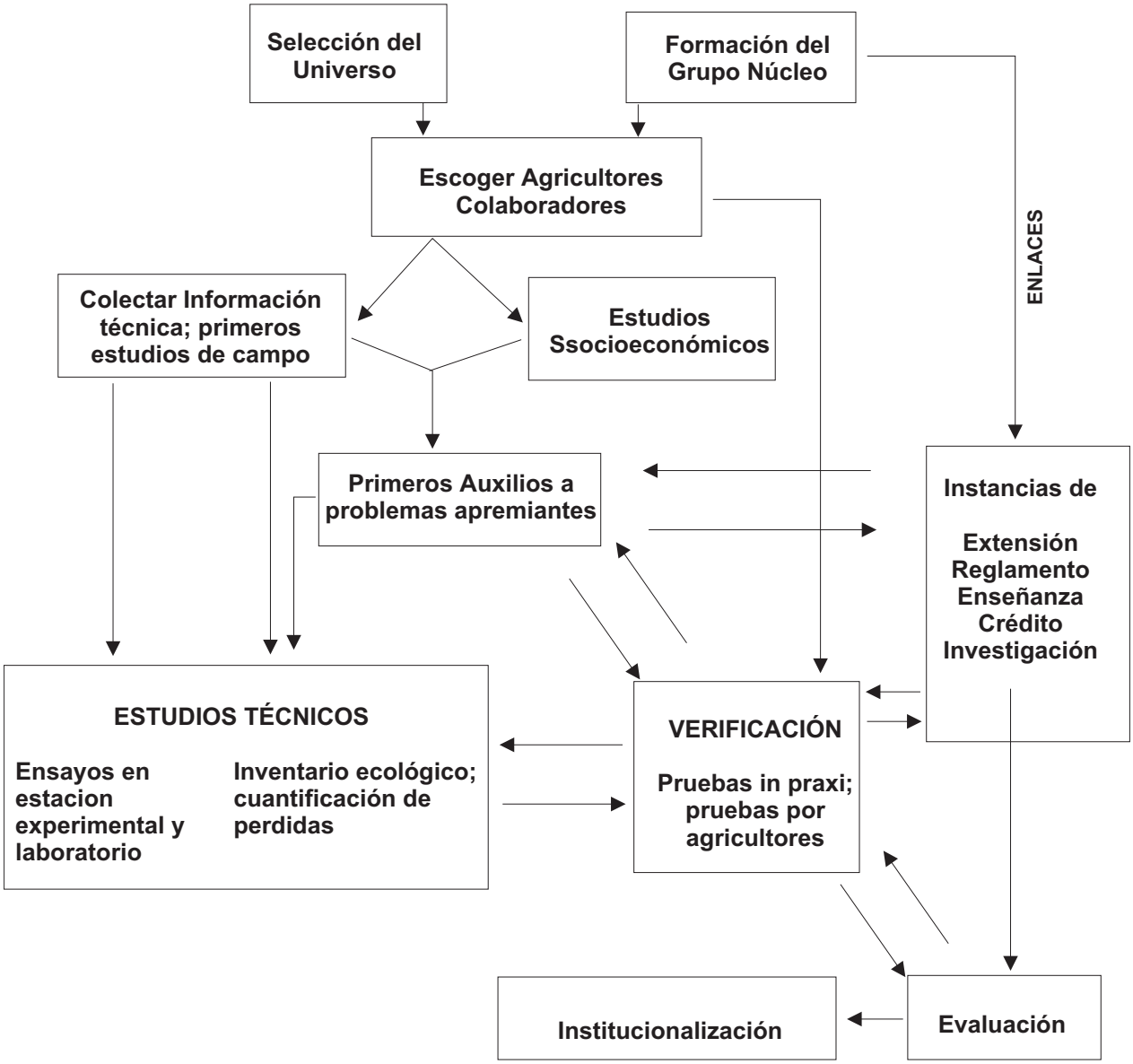


Figura A22: Esquema de procedimiento en la generación y prueba de tecnología para el manejo integrado de plagas. Flechas curvadas indican círculos de retransmisión (Daxl 1989)

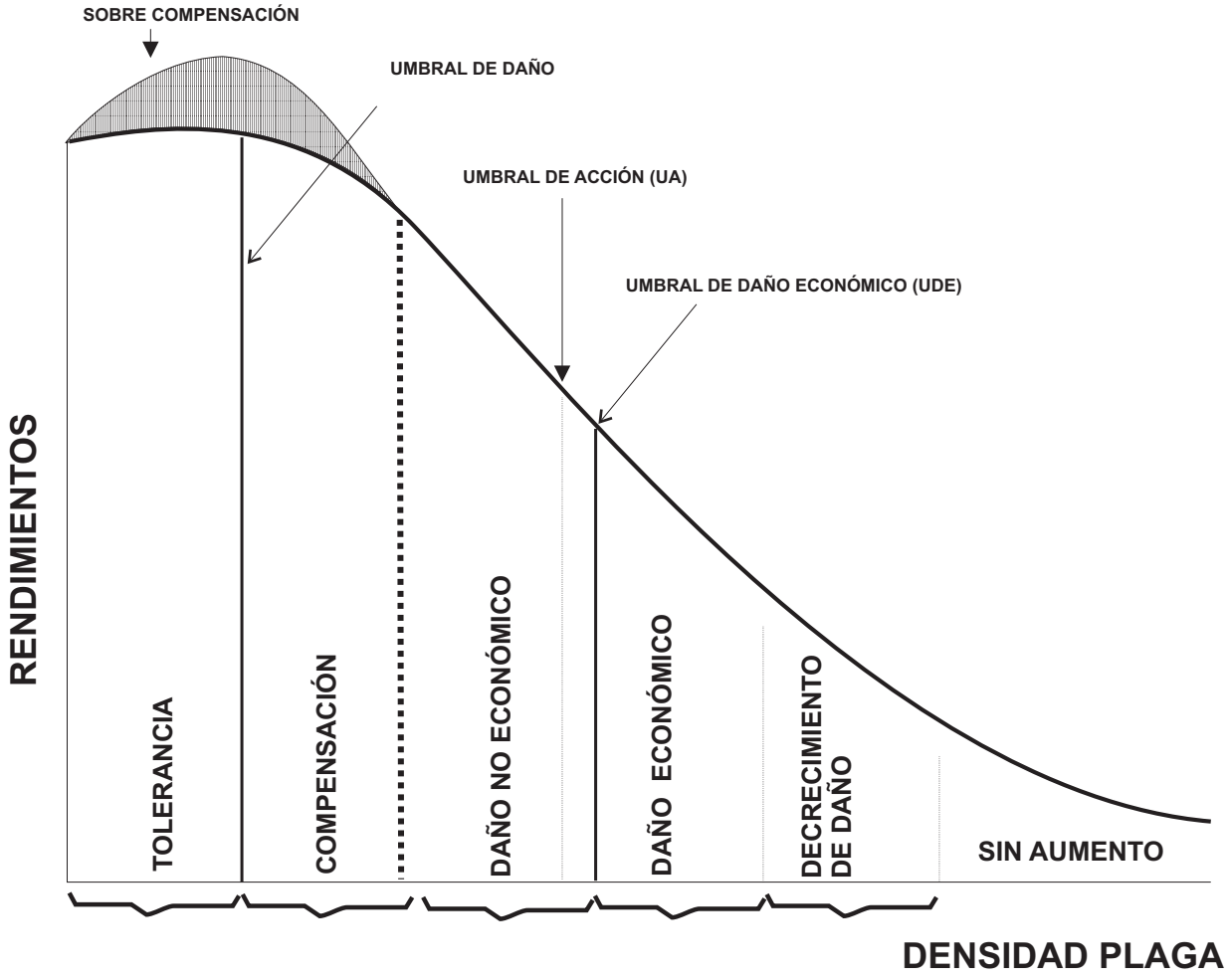


Figura A23. Relación entre densidades de una plaga y la variación en los rendimientos. (mod. Pedigo *et al* . 1986)